

احاديث عن العلم
والعلماء

تأليف
د. محمد قباضي

الموسوعة الصغيرة

١٨١



0196840

مكتبة الإسكندرية
Bibliotheca Alexandrina

Bibliotheca Alexandrina

الموسوعة الصغيرة

تصدرها

دائرة الشؤون الثقافية والفن

بغداد / الجمهورية العراقية

مكثير التحرير

رئيس التحرير

ماجد أسد

موسى كريدي

الموسوعة الصغيرة

(١٨١)

مادة الثقافة والفكر



دار الفهرس الثقافية العامة

**احاديث عن العلم والعلماء
محاولة لتفسير وتبسيط الطريقة العلمية
واسلوب الابتكار العلمي**

مقدمة

الدكتور محمود فياض

كلية العلوم - جامعة بغداد

لقد أصبحت المعرفة العلمية قوة اجتماعية
بحد ذاتها ، وان هذه المعرفة هي التي تميز الشعوب
بعضها عن البعض الآخر في الوقت الحاضر . ان الفرق
بين الشعوب المتقدمة والنامية هو فرق كبير من الناحية
العلمية ، وهذا الفرق آخذ باتساع . يتساءل
البعض : هل من الممكن تقليل هذا الفرق الشاسع ؟ يقول
البعض أن ازالة هذا الفرق أصبح من المستحيل .
ولكن هناك رأياً آخر يقول بإمكانية اللحاق بالركب
العلمي العالمي من قبل الدول النامية . ويمكن أن يتم
ذلك بدراسة لطريقة الانتاج العلمي ، أي بدراسة

ما يسمى بالطريقة العلمية • ان دراسة هذه الطريقة من الناحية التاريخية تدل على أن الدول المتقدمة الحالية كانت هي نفسها دولا متأخر ونامية علميا ابان ازدهار العلم في العالم القديم • ان العلم الحالي هو جهد متكامل لجميع الشعوب القديمة والحديثة النامية والمتقدمة ، وان الطريقة العلمية والعقلية العلمية هي طريقة واحدة وعقلية واحدة مهما اختلف الزمان والمكان •

لقد كتب عالم الفيزياء الباكستاني عبدالسلام الاستاذ في جامعة لندن والحائز على جائز نوبل في الفيزياء لسنة ١٩٧٩ مقالة في مجلة الطبيعة (نيتشر ، Nature عدد كانون الاول، ٧٩١٩ صفحة ٦٦٦) يقول فيها بأن الدول النامية تحتاج الى عشرة أضعاف ما عندها الآن من العلماء ، ويناقش الطريقة التي يمكن أن تبدأ الشعوب النامية معرفتها العلمية الخاصة بها ، ويقول ان تقدم هذه الشعوب هو مسؤولية تقع على عاتقها نفسها وليس على عاتق الدول المتقدمة • ان العالم

عبدالسلام هو أحد العقول المهاجرة • ولكي تقلل
الدول النامية من هذه الهجرة العلمية ولكي تزيد في
قابلية علمائها ، هناك مقومات ودوافع للبحث العلمي ،
وقد أشرت إليها في أواخر هذه الأحاديث •

ان غاية العلم والعلماء هي التعرف على الطبيعة
للاستفادة منها ولفهم جوهرها وحقيقتها ، وان قابلية
الابتكار العلمي هي قابلية العقل
البشري بصورة عامة ، وهي ليست مقصورة
على نوع خاص من الافرد أو المجتمعات •

فحوى الموضوع :

ان موضوع العلم والعلماء هو موضوع الفكر
البشري ، عن محيطه الطبيعي والكوني وعن حياة
الإنسان في جميع المراحل التاريخية • فتاريخ حياة
الإنسان هو تاريخ نشوء وتطور واستخدام الفكرة
العلمية ، وان هذه الفكرة العلمية يحدثها الفرد العالم
أو الافراد العلماء • ولهذا فان التحدث عن موضوع

العلم والعلماء هو التحدث عن الحياة كلها ، عن نشأتها وتطورها وحاضرها ومستقبلها • ومن خلال دراسة كل هذه الادوار يتبين مكان الفكر ويتبين أيضاً نشوء وتطور ما يسمى بالانسانية التي تكمل جميع التطور المادي والفكري • وبعد أن نبحت موضوع العلم والعلماء سوف نتوصل الى أهمية الانسان في المجتمع وفي الطبيعة والكون ، أي نتوصل الى أهمية الفكر والانسانية في خضم المادة الجامدة وظواهرها ، المادة التي لاتحس ولا تعي ، هذه المادة هي التي يعنى بها العلماء ويفسرها العلم •

ان أهمية الفكر والانسانية سوف تكون موجودة دائماً أو مضمونة ومتجهها نحوها في جميع هذه الاحاديث ، فهي الفصل الاخير من حكاية العلم والعلماء ، وهي تفسر لنا لماذا أوجد العالم نوبل جائزة باسمه في سنة ١٩٠٠ لكل من يخدم الانسانية بعد أن اكتشف أو ابتكر المتفجرات الحديثة ، وهي تفسر لنا أيضاً لماذا

حاول العلماء الذين أتتجوا القنبلة الذرية الاولى أن
يررروا عملهم أو أن يتخلصوا من مسؤولياتهم في انتاج
اضخم قوة مدمرة في تاريخ الانسان .

سوف أبدأ الحديث بطريقة غير مألوفة في الكتابات
عن مثل هذه الموضوعات . وسوف أعتمد بصورة أولية
عما يعرفه الفرد من معلومات عن العلم والعلماء قبل مناقشة
هذه المعلومات . فكل منا يعرف أهمية الوزن في الحياة
العامة وفي الدراسة العلمية .

ولنسأل ماهي نسبة وزن المادة المفكرة الى وزن
الارض والكون ؟ وبالتأكيد انها سوف تكون نسبة
ضئيلة جداً جداً اذا تمكنا من حسابها . و ماهي القيمة
الفعلية في الطبيعة لهذه النسبة الوزنية الضئيلة جداً ؟

يقول الشاعر :

أتحسب أنك جرم صغير
وفيك انطوى العالم الاكبر

فكيف ينطوي الكون الكبير في دماغ الانسان الصغير ولماذا؟! هذا هو ما شغل الانسان في جميع أدوار تطوره الفكري . يقول اينشتاين (ان قابليتنا في ادراك الكون هي الشيء الذي لا يمكن ادراكه اطلاقاً .

من المعروف أننا نصف الافراد أو مجامع الافراد بأنهم عمال أو فلاحون أو ادباء أو فنانون أو علماء ، الى ما هناك من الصفات المتعددة التي تعتمد على نوع الحرفة أو الاتاج ، ولكننا ايضاً نقول ان هذا الشخص هو فرد انساني ولا نذكر صنفه حسب عمله أو واتاجه ، فالانسانية جاءت صفة مطلقة للفرد . ونسأل هنا هل هناك فائدة من شخص عالم غير انساني ؟ كلا . يجب أن يكون العلم علماً انسانياً . ولكننا نعرف من التاريخ العلمي أن بعض العلماء يختلفون ويتخاصمون مع بعضهم بسبب اختلاف آرائهم العلمية . والافراد والمجتمعات تتخاصم مع بعضها مستخدمة العلم كوسيلة في الدفاع عن النفس . ان العلم هو فعالية وظاهرة اجتماعية .

دوافع المعرفة :

وهذا يجرنا الى أن نسأل ماهي الاسباب التي تدفع الانسان للحصول على العلم ؟ قيل انها النزعة للمعرفة وحب الاطلاع ، وقيل انها الفرحة بالبرهان (حسب رأي الفيلسوف برتراند رسل) • ورغم كون هذه دوافع صحيحة واساسية الا أنها دوافع مثالية او خيالية •

فيجب أن لا ننسى أن حياة الانسان هي حياة عملية واقعية ، وان الانسان جزء من الطبيعة ومن المملكة الحيوانية ، وأن الحيوانات تحافظ على كيانها وتدافع عن نفسها في سبيل البقاء ، وأنها تستعمل القوة العضلية أو التأثير المادي للحفاظ على كيانها والدفاع عن نفسها ، والانسان اضافة الى هذه الوسائل يستعمل عمله للفرض نفسه ، فالانسان يجب أن يعيش أولا ، ويعرف ماحوله كوسيلة لحفظ الكيان والدفاع عن النفس • وعليه أصبح الدافع الاساس والجذري للحصول

على العلم هو حفظ الكيان البشري وبشكل أفضل .
وفي اثناء عملية حفاظ الانسان على كيانه بشكله الافضل
تكون عنده معرفة لما حوله وتنشأ عنده النزعة للمعرفة
وحب الاستطلاع ومن ثم يتمتع الانسان بالبرهان
أو اثبات الرأي ، والفرحة والتمتع يأتيان بسبب معرفة
الانسان ان كيانه سيستمر في النتيجة .

وبصد العلم والدفاع عن النفس نذكر الصراع
والتسابق بين المانيا من جهة والحلفاء من جهة أخرى
للحصول على أول قبلة ذرية في تاريخ العلم ، والتسابق
هذا كان بقيادة العلماء هاینز نبرك وبور واينشتاين
وفيرمي وغيرهم من علماء العصر الحديث ، أن هؤلاء
العلماء قد أوجدوا أكبر خطر على البشرية في سبيل
الدفاع عن النفس مستخدمين العلم بجميع فروعِهِ .

كلما انبت الزمان قناة

ركب المرء في القناة سنانا

ان دراسة العلم لأجل العلم أو للمعرفة فقط تجعل العالم يستفيد من المجتمع بدون مسؤولية متبادلة .

العلوم الاساسية والعلوم التطبيقية :

وبعد هذا العرض السريع لدوافع المعرفة والعلم ، يمكننا ان نعرف العلوم أو البحوث الاساسية او المعرفة بانها تلك البحوث التي تجري لغاية التعرف على جوهر وسلوك المادة بدون النظر الى الفائدة المباشرة ، أي تبدو بانها تجري لغاية المعرفة المجردة نفسها . ونعرف العلوم او البحوث التطبيقية بانها تلك البحوث التي تجري للحصول على منفعة مباشرة . وسوف نرى أنه لايمكن اجراء ابحاث تطبيقية أو نقل التطبيقات المفيدة للعلم (اي نقل التكنولوجيا) في هذا العصر بدون اجراء بحوث اساسية او صرفة ، وأنه لايمكن نقل التكنولوجيا بدون نقل العلوم الاساسية معها في آن واحد . لقد قال العالم باستور عن موضوع العلوم الاساسية والتطبيقية (لا يوجد نوعان من العلم بل

يوجد فقط علم وتطبيقات للعلم ، وهاتان الفعاليتان مرتبطتان مع بعضهما كارتباط الثمرة بالشجرة •) فإذا أردنا الثمرة لأبد وان تكون لدينا شجرة تنمو ببطء وفي أرض صالحة وبناية مستمرة •

ان العلم يحدثه أو يتركه العلماء ، والعالم هو فرد كأي فرد آخر في المجتمع ، ينتج العلم في ظروف شتى ، منها ظروف غير ملائمة أو غير انسانية ، اذ يذكر لنا التاريخ أن كثيراً من العلماء كانوا فقراء ماديّاً أو كانوا محاربين أو مشردين ومع ذلك فانهم يستمرون باضرار لتحصيل علمهم وتطوير أبحاثهم • فمن هم هؤلاء العلماء وكيف يحصلون على علمهم ، وما هو علمهم الذي مكن الانسان من ان يتغلب على جاذبية الارض ويصل الى القمر • وكيف يتكون العلماء في المجتمعات النامية • من أجل كل هذا سوف نستعرض ونفسر الافكار والابتكارات العلمية لتكون لدينا خلفية عن ما يسمى بالطريقة العلمية وعن أسلوب الابتكار العلمي ولنبدأ بتعريف العلم •

تعريف العلم :

العلم هو المعرفة المنظمة عن الطبيعة والكون بشكل نظريات وقوانين خاضعة للبرهان أو التخطيط ،
بالتجربة (العلوم الصرفة) وهو ما يضيفه الانسان الى الطبيعة او ما يحور فيها بعد معرفته سلوكها وتركيبها
(العلوم التطبيقية) وهو ما ينتجه الفكر المجرد من معرفة منطقية غير معتمدة على التجربة (العلوم الرياضية الصرفة) .

الحقيقة انه من الصعب اعطاء تعريف واحد للعلم ، يتفق عليه العلماء ، اذ توجد هناك تعاريف كثيرة للعلم ، وأبسط طريقة لفهم ماهية العلم هي دراسة الامثلة العديدة التي نعتز بانها نتاج علمي في العلوم الطبيعية ودراسة الابتكارات المهمة في تاريخ الانسان ، ومن هذه الدراسات سوف نتوصل الى الطريقة أو الطرق التي استخدمها العلماء للتوصل الى ما توصلوا اليه من معلومات أو اكتشافات أو ابتكارات . وبعد دراسة

هذه الامثلة سوف نرجع ونوضح مايسمى بالطريقة العلمية . ومن خلال كل مثال ستكون لدينا فكرة اوضح عن ماهية العلم وكيف يتم الحصول عليه وكيفية الاستفادة منه .

ماهو اهم اكتشاف :

ولنسأل ماهو اهم اكتشاف أو ابتكار علمي في تاريخ الانسان منذ بدايته في الحصول على المعرفة العلمية ؟ هناك أجوبة كثيرة عن هذا السؤال ، فمنهم من يقول ان اهم اكتشاف كان اكتشاف أو ابتكار طريقة لتكوين النار ، والبعض يقول انه ابتكار العجلة ، بينما يقول البعض الآخر انه ابتكار الاعداد بضمنها الصفر ، بينما قال آخرون ان ابتكار الكتابة كان الأهم . ولندرس هذه الاكتشافات أو الابتكارات المهمة كلا على حدة .

دراسة لابتكار النار - الطاقة والمادة :

ان دراسة النار والحرارة عبر المصور الطويلة أدت الى ابتكارات تطبيقية كثيرة ، والى وضع نظريات

اساسية في الكيمياء والفيزياء وأدت الى تفهم طبيعة الطاقة وعلاقتها بالمادة ، وهي اطول خبرة عملية ونظرية عند الانسان ، اذ يرجع اكتشاف النار الى أكثر من نصف مليون سنة ، ولم نعرف طبيعة الطاقة الا في أوائل القرن العشرين . فماذا حدث عبر هذا التاريخ الطويل وكيف حدث ؟

ان النار موجودة في الطبيعة ، في الغابات المشتعلة بسبب البرق والصواعق ، والنار موجودة في بعض حقول النفط القديمة . فالانسان الاول عندما فكر في احداث النار بنفسه وابتكر طريقة لها فانما هو يقلد شيئاً موجوداً في الطبيعة . ويمكن القول ان فكرته منعكسة عن الطبيعة ومستمدة منها . وطريقة احداث النار اصطناعياً من قبل الانسان الاول جاءت بعد ملاحظات تجريبية ، وهي أنه في اثناء عمله لآلات القطع من الحجر الصلب والحصى بواسطة ضربها بقوة مع بعضها تتكون شرارة نار وأن استعمال الآلات الحجرية

كان قبل حوالي مليون سنة • ان الانسان استعمل هذه
الشرارة لأشعال الأعشاب الجافة ، وكذلك يمكن
أشعال الاغصان الجافة عند حكها بقوة مع بعضها ،
ومازال قسم من البشر يستعمل طريقة ضرب الحصى أو
حك الاغصان الجافة لأشعال النار • وأصبح من الممكن
للإنسان الاول بعد اكتشافه طرقاً اصطناعية لتكوين النار
أن يطور استعمالات النار في شتى مجالات حياته ،
كطبخ الأكل مثلاً • وأصبح الانسان فيما بعد يعبد النار
لشدة فعلها وكثرة فوائدها ، واعتبرها أحد المكونات
الاساسية للكون المادي •

ان موضوع النار قد شغل الفكر البشري آلاف
السنين ، فان اكتشاف مصادر النار والمواد المشتعلة
كان قد شغل الانسان عملياً طيلة تاريخه ، وفي وقتنا
هذا يفكر العلماء فيما يسمى بمصادر الطاقة ، ولم تحل
حقيقة النار والاشتعال الا في أواسط القرن الثامن

عشر • ولكن البحث عن مصادر الطاقة مازال مستمراً •

لقد فكر البابليون والمصريون القدماء في تكوين العالم المادي ، وأوجدوا فكرة العناصر الأولية وقالوا ان المادة مكونة من عناصر هي السماء والماء والهواء والارض ووضعوا لكل منها الهة • وكذلك كان الهنود يعتقدون منذ ١٥٠٠ سنة قبل الميلاد بان الوجود مكون من عناصر خمسة وهي التراب والماء والنار والهواء والأثير • ومن المحتمل أن هذه الافكار قد انتقلت الى اليونان بواسطة الفينيقيين حيث أخذها مفكرو اليونان • لقد اعتقد فلاسفة اليونان بأن المادة مكونة من عناصر بسيطة اولية مثلا الماء أو الهواء أو النار • وكان الفيلسوف امبيدو كليس هو أول من جمع هذه العناصر وقال ان المادة مكونة من عناصر أربعة وهي الماء والهواء والنار والارض • ووضع اليونانيون الهة للنار على غرار ما فعله البابليون والمصريون القدماء لبقية القوى أو

العناصر الاولى • وبهذا أصبح للنار قدسية سماوية •
 وقد اعتبر اليونانيون الحرارة بأنها جوهر عنصر النار •
 ولكن افلاطون مع أنه اعتقد بالعناصر الأربعة ، إلا أنه
 كان قد حدس حقيقة الحرارة والنار اذ قال (أن الحرارة
 والنار التي تكون الاشياء الاخرى وتحافظ على كيانها
 انما تنتج هي نفسها من التصادم والاحتكاك وهذان
 العاملان ماهما الا حركة) • ونعرف الآن أن هذه الفكرة
 اي فكرة الحركة هي التغير الصحيح للحرارة والنار
 (الطاقة الحركية) ولكن لم يبرهن على هذه الفكرة
 الا بعد مرور ألفي سنة منذ أن اقترحها افلاطون ✕
 مستعملا فكره المجرد من التجربة ، فكيف تم لأفلاطون
 هذا الادراك المباشر للحقيقة المادية بدون تجربة ؟

ان انتاج الشرارة أو النار بواسطة التصادم
 والاحتكاك مازال الاسلوب السهل والصحيح ، الا أن
 المواد المحترقة قد تغيرت • فقد كانت اولا الاعشاب
 والاشجار الجافة حيث استعملها سكان الشرق الاوسط

القدماء في افرانهم العديدة لصهر الخامات والمعادن وتوصلوا الى درجات حرارة عالية تبلغ حوالي ١١٠٠ درجة مئوية . ولم يستعمل الكبريت والفسفور الاحمر كموا د مشتعلة في الشخاط الحديث الا منذ سنة ١٨٣٠ م ، وتستعمل الآن المواد البترولية الخفيفة في القدا حات الحديثة المعتمدة على الاحتكاك أيضاً .

وكان قد تم ابتكار الاستعمال المواد الكيميائية لأحداث النار كما يلي -

١ - خليط من كلورات البوتاسيوم والسكر موضوع في نهاية عود خشبي ، ويحمل هذا المود زجاجة صغيرة تحتوي على حامض الكبريتيك . وللحصول على النار تكرر زجاجة الحامض فوق الخليط . جرت عدة محاولات لتحسين هذه الطريقة خلال القرن الثامن عشر ولكن فشلت جميعها .

٢ - ابتدأت محاولات ابتكار الشخاط الحالي
في سنة ١٦٨٠ م عندما استعمل (هانك وتس) الفسفور
السام الذي يحترق بإسبط احتكاك ، وبهذا تخلص من
استعمال حامض الكبريتيك .

٣ - استعمل (ووكسر) خليطاً من كلورات
البوتاسيوم وكبريتيد الأتيموني والفسفور سنة
١٨٢٦ م .

٤ - طور (شروتر) الشخاط الامين الحالي
باستعمال الفسفور الاحمر على سطح علبة الشخاط
في سنة ١٨٣٠ م .

٥ - استعمال خليط غازات الهيدروجين
والاوكسجين للحصول على درجة حرارة ٢٨٠٠ مئوية
وخليط الاستيلين والاوكسجين للحصول على درجة
٣٠٠٠ مئوية .

وهنا نسأل : اذا كان هناك حد أدنى لدرجات الحرارة وهو الصفر المطلق (- ٢٧٣ م °) ، فهل هناك حد أعلى لدرجات الحرارة ؟ •

ان درجة حرارة الافران الكهربائية تصل الى حوالي ٤٠٠٠ درجة مئوية • وان درجة حرارة سطح الشمس هي حوالي ٦٠٠٠ درجة مئوية ، وفي داخل الشمس تقدر درجة الحرارة بـ مليون درجة مئوية •

ان منشأ الحرارة العالية في داخل الشمس هو تجاذب مكونات الشمس بعضها البعض ، أي التجاذب الذاتي ، حيث يصل الضغط الداخلي الى اكثر من (٢٠) مليون باون على الأنج المربع (حوالي ٥٠ مليون كيلو غرام على السنتيمتر المربع) وتصل درجة الحرارة الى حوالي مئة مليون درجة مئوية •

آنذاك يتحول الهيدروجين الى هيليوم بواسطة الاندماج النووي • أي أن الشمس هي بمثابة مفاعل

نووي اندماجي حيث يتحول في داخلها ١٦٤ مليون طن من الهيدروجين بالثانية الى ١٦٠ مليون طن من الهيليوم ، وتفقد الشمس أربعة ملايين طن من كتلتها بالثانية على شكل طاقة (حسب معادلة اينشتاين التي سنشير اليها فيما بعد) •

أما أعلى درجة حرارة في الكون فهي درجة حرارة انفجار الثقوب السوداء (وهي اجسام كونية كثيفة جداً) اذ تقدر درجة الحرارة بـ (١٠^{١٢}) مطلق (عشرة بجانبها أحد عشرة صفراً)

لقد تم التوصل في المختبرات الى حوالي ٦٠ مليون درجة مئوية وذلك باستعمال مجالات مغناطيسية عالية جداً لتكثيف الطاقة ولأجراء تفاعل الاندماج النووي المشار اليه • ان درجة الحرارة في الانفجار الذري تصل الى ثلاثة ملايين درجة مئوية وتستعمل هذه الحرارة في تفجير القنبلة الهيدروجينية حيث يحصل الاندماج النووي •

اما قياس شدة الحرارة أي درجة الحرارة فقد
تطور على النحو التالي :

١ - ابتكر غاليليو سنة ١٦٠٠ م أول محرار
لقياس درجة الحرارة . وبهذا كان غاليليو قد خطا
الخطوة التجريبية المهمة الثانية في فهم ودراسة موضوع
الحرارة والنار ، اذ كانت الخطوة العظيمة الاولى هي
انتاج الحرارة والنار اصطناعياً بواسطة الاحتكاك قبل
حوالي نصف مليون سنة . استعمل غاليليو الكحول
الملون في داخل انبوب زجاجي واعتبر أولاً تدرج في
محراره هو نقطة تكوين الثلج وأعتبرها صفراً ، وأعلى
درجة كانت درجة حرارة دم البقر ، وقسم المسافة بين
الحدين الى ٤٠ درجة . ان ابتكار المحرار كان خطوة
كبيرة في التقدم العلمي ، اذ تمكن العلماء من دراسة
الحرارة بصورة كمية لأوّل مرة .

٢ - بعد أن أوجد غاليليو فكرة المحرار المهمة
أصبح من السهل تطوير هذه الفكرة من قبل آخرين .

فقد اقترح هالي استعمال الزئبق بدل الكحول .
واقترح فهو نهايت اعتبار درجة الصفر نقطة انجماد
الماء المتوازن مع الثلج وبوجود الملح واعتبر أعلى درجة
هي حرارة دم الانسان . واقترح سلسيس اعتبار درجة
غليان الماء أعلى درجة في المحرار ، وقسم المسافة بين
هذين الحدين الى مئة درجة ، وهو التدرج المستعمل
في الوقت الحاضر ، أي المقياس المتوي للحرارة . ويمكن
استعمال مواد اخرى داخل زجاجة المحرار حسب ارتفاع
او انخفاض الدرجة ، ولكن جميع هذه التحويرات ماهي
الا تطور تجريبي بعد أن أوجد غاليليو الفكرة الاولى
للمحارير .

٣ — ايجاد نقطة الصفر المطلق للحرارة من
قبل كلفن سنة ١٨٤٨ ، اذ كان معروفا تجريبيا ان كلا
من حجم الغاز وضغطه يقل بمقدار معين وهو $\frac{1}{273}$
من مقداره الاول عند انخفاض درجة الحرارة درجة
مئوية واحدة . فاستنتج كلفن أنه لا بد أن يوجد هناك

حد واطيء للحرارة حيث يكون فيه الحجم صفراً بصورة
نظرية • وسمى هذه الدرجة بالصفر المطلق وهي ٢٧٣
درجة مئوية تحت الصفر المئوي • ان هذا المقياس هو
أحسن مقياس للحرارة لانه لا يعتمد على درجة صفر
لأي مادة مختارة اتفاقاً ، وانما هو مقياس مستقل عن
المادة المستعملة • وبها كان كلفن قد اكتشف حداً
طبيعياً لم يره فعلاً بالتجربة وانما رآه بتصوره الفكري
بصورة افتراضية لانه لا يمكن أن يتلاشى حجم الغاز
الى الصفر عملياً • لقد توصل العلماء الى ما يقارب
الصفر المطلق (وهو ٠.٠٠٣ ر. درجة وحديثاً الى
٠.٠٠٠٠٠٠٦ ر. درجة مطلق) بواسطة التبريد المغناطيسي •
لقد ثبت عملياً ونظرياً أنه لا يمكن التوصل الى الصفر
المطلق ، وسيبقى هذا الصفر نقطة
خيالية في فكر العلماء • ان المقياس المطلق للحرارة
كان قد جاء استمراراً لفكرة المحرار لفاليلو ، الا انه
يعد قفزة علمية فكرية كبيرة •

ان مقياس الحرارة قد تطورت بهذا الشكل ،
ولكن طبيعة الحرارة بقيت غامضة • واعتقد بعض العلماء
في القرن السابع عشر والثامن عشر بوجود مادة
سميت بالفلوجستين واعتقدوا بأنها موجودة في المواد
المشتعلة أو القابلة للاشتعال وتخرج بصورة مرئية على
شكل لهب في النار • وبنفس الوقت كانت هناك فكرة
صحيحة عن الحرارة كانت يعتقد بها كل من غاليليو
وفرانسيس بيكون ونيوتن وهي أن منشأ الحرارة هو
حركة الدقائق المكونة للمادة ، وكانت هذه الفكرة هي
فكرة افلاطون الاولى عن الحرارة والنار •

ان بريستلي هو أول من فصل غاز الاوكسجين ،
ولكن لقوازييه هو أول من فسر الاحتراق بأنه اتحاد مع
الاوكسجين الموجود في الهواء مع المادة المحترقة وكان ذلك
في أواسط القرن الثامن عشر • وبهذا حصلنا على تفسير
نهائي لحدوث النار •

كان كل من العالم الفرنسي كارنو والعالم الانكليزي جول في بداية القرن التاسع عشر يشتغل على العلاقة بين الحرارة والشغل الحاصل منها في اية ماكينة بخارية . لقد توصل جول الى تعيين المكلفىء الحراري بواسطة عدة طرق منها تسخين الماء بواسطة محرك . وبهذا يكون جول قد أوجد وعين في سنة ١٨٤٣ م العلاقة الفيزيائية الرياضية للتجربة الاولى في انتاج الحرارة بواسطة الاحتكاك من قبل الانسان البدائي الاول .

ويمكننا أن نقول الآن ان الابتكار الاول لطريقة احداث النار كان من الخطوات المهمة جداً في تاريخ الانسان ، وتتمكن أن تلخص طريقة واسلوب اكتشاف النار وطرق انتاجها وتفسيرها كمايلي :-

الملاحظة أو المشاهدة :

وهي ملاحظة جزء معين من الطبيعة وهي النار الموجودة في الغابات وفي حقول النفط القديمة . وملاحظة

حدوث الشرارة في أثناء ضرب الحصى ، وملاحظة اشتعال
الاغصان الجافة عند حكها مع بعضها •

الفكرة :

وهي تكوين الشرارة من الحصى أو الاغصان
الانسان ، وفكرة احداث النار بصورة اصطناعية عند
الحاجة اليها •

التجربة :

وهي تكوين الشرارة من الحصى أو الاغصان
الجافة أو الشخاط بصورة متكررة لتسبب
الاشتعال •

النتيجة :

وهي اكتشاف أو ابتكار طرق متعددة لتكوين النار
بواسطة احتكاك مواد مختلفة مع بعضها •

التفسير :

وهو أن النار تمثل احدى القوى الطبيعية الهائلة
والمؤثرة في الطبيعة وفي حياة الانسان ، فبدا يهددهم
وجعلها احدى العناصر المكونة للمادة • وأخيراً فرمها

بواسطة نظريات الفلوجستين (والكالوريك) الخاطئة .
وبنظرية الاتحاد مع الاوكسجين الصحيحة ، وبهذا
استقر الفكر •

ويمكن كتابة ماورد اعلاه على شكل سلسلة
متصلة : الملاحظة ← الفكرة ←
التجربة ← النتيجة ← التفسير ←
اذ انه ليس هناك اهمية لأي حلقة منفردة من السلسلة ،
وانما تكون لها اهمية وفائدة عندما تكون متصلة
في سلسلة ببقية الحلقات •

ويتبين أن التفسير باي شكل كان هو ضرورة
فكرية حتمية ملحة عند الانسان ، والا لما ظهرت في
التاريخ عبادة النار ولما ابتكرت نظريات الفلوجستين
والتاكسد • وبعد التفسير يستقر العقل ويفرح الانسان
عند التوصل الى الحل النهائي وهذا هو مايسميه
برتراند رسل بفرحة البرهان •

ويظهر أيضاً أن التجربة العلمية تأتي بعد الفكرة
فلا يمكن اجراء اية تجربة بدون ان تكون هناك فكرة
معينة تبرر اجراء التجربة •

وفي بعض الاحيان تكون الفكرة المجردة حدساً صحيحاً لا يمكن تحقيقها أو برهنتها تجريباً في وقت اكتشاف الفكرة وتمر مئات السنين قبل البرهنة عليها وتحقيقها تجريباً مثل فكرة وجود الصفر المطلق من قبل كلفن أو فكرة افلاطون عن منشأ الحرارة بأنها حركة الدقائق للمادة والتي تسمى الآن بالنظرية الحركية للجزيئات •

ان التطور العلمي يأتي بعد الحصول على أفكار جديدة تأتي بعد تفهم النتيجة الاولى ، وتكون عندنا سلسلة تطويرية اخرى وهي : فكرة جديدة ← تجربة وملاحظة جديدة ← نتيجة جديدة ← تفسير جديد •

وتعاد هذه السلسلة نفسها لتؤدي الى تحسينات أعلى في الطرق الاصطناعية والى تفسيرات أعم وادق عن الطبيعة والكون الخارجي وعلاقة الانسان به •

والآن نسأل : هل حدث هناك تطور في طريقة أو أسلوب الاكتشاف أو الابتكار بالنسبة للنار ؟ الجواب كلا . ان الملاحظة او المشاهدة الاولى استمرت معنا ، والفكرة في احداث النار لمنفعة الانسان مازالت كما هي ، والتجارب استمرت ملاصقة للفكرة الجديدة ، والنتيجة الحتمية الفكرية النهائية المتمثلة في التفسير مازالت كما هي ، أي ان الانسان يريد تفسيراً للطبيعة التي حوله ، الى أن أدت هذه النزعة للمعرفة الى اكتشاف نظرية التأكسد الحديثة والى اكتشاف طبيعة الطاقة (الحرارية وغيرها) والى علاقة الطاقة بالمادة كما سنشير اليه فيما بعد ، والى الفكرة عن أهمية الضوء والحرارة التي تأتي من الشمس - النار الازلية - بالنسبة لنشوء ولأستمرار الحياة . اذ يعتقد بعض العلماء أن الحياة كانت قد نشأت على الارض قبل حوالي أربعة آلاف مليون سنة بواسطة تفاعل أشعة الشمس والمواد الاولى التي كانت

موجودة في جو الارض مثل الماء والميتان والامونيا
وثاني اوكسيد الكربون والمواد والفلزات اللاعضوية
التي كانت موجودة على سطح الارض !!! ؟

ان هذه النقاط بمجموعها تكون معرفة علمية ،
فهي معرفة تخص جزءاً من الطبيعة ، وبمجموعها تكون
العلم ، فقد عرف الانسان جزءاً من الطبيعة ، وأضاف
اليها شيئاً جديداً وهي الطرق المستحدثة لتكوين النار
(والطاقة بصورة عامة) ، بعد أن عرف سلوك وتركيب
المواد الكيميائية ، واتيح فكرياً معرفة منظمة منها نظرية
التأكسد والاشتعال الحديثة .

وتتيجة لهذه النظريات ومقاييس درجات الحرارة ،
وتحويل الحرارة الى شغل بواسطة الآلة البخارية ، ظهر
عندنا علم جديد وهو المعرفة المنظمة المسماة بعلم
الثرمو دياناميك (انتقال الحرارة) الذي لامناس
لكل عالم فيزياوي أو كيمياوي أو مهندس من دراسته .
فعلم الثرمو دياناميك هو علم اساسي أو صرف وهو

علم تطبيقي في آن واحد • ولذا لا يمكن الفصل بين العلوم الأساسية والعلوم التطبيقية ، فهي ملاصقة لبعضها ، وعند ايجاد فكرة تولد معها فائدتها ، وتكشف هذه الفائدة عاجلا أو آجلا • وهنا نتذكر ثانية مقالاه باستور عن علاقة العلوم التطبيقية بالعلوم الأساسية اذ مثل هذه العلاقة بعلاقة الثمرة بالشجرة ، فبعض الاشجار تعطي ثمرها بسرعة واخرى تثمر بعد مرور مدة طويلة •

ان هذا الحديث عن النار والحرارة يعطينا مثلا عن اسلوب الاكتشاف والبحث في العلوم الطبيعية ويوضح لنا أن قسماً من هذه العلوم تبتدىء بالملاحظة والتجربة ، ولكن التطور النوعي في هذه العلوم يعتمد على الفكرة الجديدة الأساسية ، وهذه الفكرة تمثل طفرة نوعية تؤدي الى تغير في حياة الانسان وفي فهمه لمحيطه ، وأن هذه الفكرة الأساسية في بعض الاحيان لا تعتمد في نشوئها على التجربة او الملاحظة المتوفرة لدى

العالم في حين اكتشافه للفكرة • ولا يمكن تفسير هذا النوع الاساسي من الافكار الا باستعمال كلمات مثل القريحة أو العبقرية او الإدراك المباشر أو الرؤيا الفكرية أو الألهام • ان هذه الكلمات تشير الى خواص العقل البشري والتي لا يمكن دراستها كلياً بصورة علمية في الوقت الحاضر ولكننا سنشير الى كيفية تكوينها فيما بعد •

ان البحث العلمي ماهو الا تفاعل متبادل بين الفكرة الاساسية والخبرة العلمية حيث تلعب الملاحظات التجريبية دوراً مهماً •

والآن لنرجع قليلا الى النزعة عند الانسان لأيجاد تفسير للطبيعة وللكون بصورة نهائية • فقد كان وما زال في حيرة من وجود الكون والحياة ومكانة الانسان في الوجود • والحيرة هذه رافقت محاولات الانسان لتفهم الطبيعة والتغلب أو السيطرة عليها • وهذه الحيرة هي السبب في النزعة الاساسية عند بعض العلماء لدراسة العلوم

الصرفة لغاية المعرفة فقط ، وهؤلاء هم علماء فلاسفة •
لقد كانت الفلسفة مرافقة للعلم عند اليونانيين والعرب •
وافترقت عنه في الغرب في القرن السابع عشر تحت تأثير
ما يسمى بالطريقة العلمية التجريبية • والتقى العلم
والفلسفة مرة أخرى في مطلع القرن العشرين منذ أن
بدأت الفيزياء الحديثة باكتشاف النظرية الكونية
(نظرية الكم) وباخراج الطاقة من الذرة وبايجاد النظرية
النسبية وبذهاب الإنسان الى القمر والى الفضاء
الخارجي ، فالعالم الآن مهتم اكثر بمكانة الانسان
الحقيقية في الطبيعة والكون والمجتمع • اذ بإمكان فرد
ما أو مجموعة من الافراد في هذا العصر أن يفنوا قسماً
من الارض أو ان يفجروا القمر بالطرق التكنولوجية
المتوفرة في الوقت الحاضر • ولكن هل يحق لهم هذا ؟
كلا ، ان العلم يجب أن يكون علماً انسانياً • ان الانسان
عندما سيجول في الكون الخارجي انما سيجول بفكره
وانسانيته • فأني منشأ هذا الذي كان قد نشأ من تراب

وماء واشعة من نار الشمس ، وتطور وانتج فكراً
وانسانية ، وبدأ يترك منشأه الى الكون الخارجي ؟ !!

دراسة لابتكار الآلة :

ان الانسان تمكن من أن يترك الارض التي نشأ
عليها بواسطة الآلة المتطورة ، والآلة هذه هي من صنع
وتصور الانسان . ونود الآن أن نتحدث عن نشأة
وتطور الآلة .

ان الانسان يتميز عن بقية الحيوانات بأنه الحيوان
الذي ابتكر الآلة ، ويعتمد عليها في حياته منذ البدالة
الاولى ، وان تقدم حياته مرتبط بتقدم الآلة ، واصبح
عصرنا هذا هو عصر الآلة في كل ناحية من نواحي
الحياة .

لقد كان الانسان الاول يصنع أدوات القطع
الحجرية ، ومن ثم صنع السكن والفأس والمنجل
والقوس والسهم . وكان يستعمل هذه الأدوات لتساعده

في الحصول على الغذاء وفي الدفاع عن النفس ، وكان يستعمل الصخور أو العظام أو الخشب كمواد أولية لصناعته •

ان تاريخ نشأة الآلة وتفسير نشوئها هو من الامور المهمة جداً التي تشغل بال العلماء المشتغلين في تاريخ نشأة الانسان • فان استعمال الآلة ربما امتد الى قبل مليون سنة (مصدر رقم ٧٥٩٥) حيث كان الانسان الاول يستعمل الآلة المصنوعة من الاحجار والخشب الطبيعي بدون تهذيب • وان تطور استعمال وصنع الآلة رافق تطور دماغ الانسان من ناحية الحجم ، وكذلك رافق ظهور وتطور اللغة عند الانسان ، اذ لا يمكن التفكير أو وضع أية خطة عمل بدون لغة • ان التفكير البناء يحصل بواسطة التفكير الهادىء وبدون نطق الكلمات ولكنه من الضروري وجود الكلمات في الفكر • ان تاريخ ظهور اللغة غير معروف بصورة اكيدة وربما كان قبل مليون سنة أيضاً • ان أهمية ظهور

اللغة تعد كأهمية وقوف الانسان على رجليه متميزاً عن المجموعة الحيوانية بمشيه . وكذلك ان ابتكار واستعمال الآلة رافق تحول الانسان من آكل للنباتات الى آكل للحوم . ان هذا التحول بنوعية الغذاء كان السبب الاول في نشأة صنع واستعمال الآلة الحادة الحواف التي يستعملها الانسان لسلخ الحيوانات ولقطع اللحوم . لقد استمر هذا التفاعل بين حاجة الانسان للغذاء وتفكيره في الحصول عليه وثقافته اللغوية الجديدة التي تعبر عن الحاجة والفكرة وطريقة الصنع ، الى أن أصبح الانسان الحيوان الوحيد الذي يتطبع لبيئته بواسطة ابتكار آلات جديدة ، على عكس ما يحصل في جميع الكائنات الحية اذ تتطبع هي بواسطة تكيف نفسها بايولوجياً وراثياً .

لقد ابتكر الانسان المحراث في عصر الزراعة الاولى قبل عشرة آلاف سنة ، تعددت الادوات المبتكرة حتى توصل الانسان الى ابتكار العجلة قبل أكثر من

ثلاثة آلاف سنة قبل الميلاد ، وتعد العجلة من أعظم ابتكارات الانسان في تاريخه الطويل . ان العجلة هي الآلة الاساسية في تطور حياة الانسان كلها .

ان محاولة الانسان صنع الادوات وابتكار الآلات انما هي محاولة لتحقيق فكرة ، وهذه الفكرة تنتج عن غاية في نفس الانسان ، نحن نصنع افكارنا .

ان ابتكار العجلة كان قد حدث في العراق القديم ، وان هذا الابتكار هو طفرة فكرية نوعية في تاريخ العلم والتكنولوجيا . ان العجلة هي أداة الحركة السريعة . كانت العجلة تستعمل في العراق القديم في دولاب الخزاف لصنع الاواني والاعوية الفخارية بسرعة وبدقة وبتناظر هندسي . واستعملت العجلة في صنع العربات لغرض التنقل السريع ، فكانت الغاية اذاً من ابتكار العجلة هي الانتاج الصناعي السريع الدقيق والتنقل السريع في السفر وفي الحروب . وهذه غايات مهمة جداً ومتطورة حضارياً .

ان انسان العراق القديم كان قد صنع الاختتام
الاسطوانية التي كان يكتب عليها ، ولكن يقرأ ما يكتب
عليها فانه كان يدحرجها على الطين ويقرأ الكتابسة
المسطحة ، اي أنه كان يعرف الحركة الدورانية وعرف
كيف يستخدمها بصورة مبتكرة وجيدة .

ان الانسان يحاول بصورة أولية أن يقلد الطبيعة
ويستفيد منها ، اي كما قلنا سابقاً ان أفكاره تكون
مستمدة من الطبيعة . فالمجلة هي شكل دائري ،
وشكل الدائرة موجود في الطبيعة مثل دائرة القمر التام
وقرص الشمس . والحركة الدورانية موجودة فسي
الطبيعة ، اذ أن كلا من القمر والشمس يدور ، كما يبدو
ظاهرياً ، حول الارض ، وأن الصخور الكروية تتدحرج
على الارض اسرع من غيرها . وهكذا كان الانسان
ومازال يرى ويشعر بالحركة الدورانية لأشكال دائرية
طبيعية . والظفرة الفكرية تأتي من محاولة الانسان
لتقليد هذه الحركة والأشكال في صنع آلاته ، لتساعده

في الحياة اليومية • وهكذا وكما قلنا ان محاولة صنع
الادوات وابتكار الآلات انما هي محاولة لتحقيق فكرة ،
وان هذه الفكرة هي صورة مجردة في فكر الانسان
لموجودات الطبيعة • والتجريد الفكري هذا التكوين
الصورة العقلية يكون الخطوة الأولى للابتكارات ذات
الاهمية العظمى ، كابتكار الاختتام الاسطوانية
والمجلة • فقد أدت الاختتام الاسطوانية الى انتشار
القراءة والكتابة التي هي اساس التراث البشري ،
وأدت المجلة الى التكنولوجيا الحالية • ان الاختتام
والمجلة هما ابتكاران يختلفان عن الابتكارات الآلية
الآخري كالسكين والفأس والمنجل والقوس والسهم
والمحراث ، فهذه الآلات أو الأدوات مع أنها مهمة جداً
في حياة الانسان ، الا انها كلها مرتبطة بالكيان الحيوي
للإنسان ، ولكن الاختتام والمجلة تمثل قلبية لأغراض
فكرية تدل على تطور حضاري أساسه التصور والتجريد
الفكري لما هو موجود في الطبيعة •

دراسة لابتكار الأرقام والاحساس الرياضي :

ان هذا التصور والتجريد الفكري يؤدي بنا الى دراسة وشرح الابتكار المهم الآخر الذي ذكرناه سابقاً بأنه من أهم الابتكارات في تاريخ الانسان ، ألا وهو ابتكار الأرقام بما فيها الصفر ، وبصورة أعم دراسة نشوء وتطور الفكر الرياضي وعلوم الرياضيات التي هي الجذور الاساسية لجميع العلوم ، ولهي الخاصة العليا للإنسان العاقل الذي هو آخر مرحلة في التطور البيولوجي •

ولشرح هذا الموضوع المهم والصعب نبداً بذكر مثل بسيط من حياتنا العامة الحالية • نحن قد رأينا سابقاً ونرى الآن في حياتنا أن هناك كثيراً من عمال البناء الماهرين الذين يقومون بتصميم وبناء بيوت وأبنية كبيرة وهم لا يعرفون القراءة والكتابة ، ولا يعرفون الحساب العددي أو الهندسة ، ولكنهم ينتجون أبنية قوية متناسقة متناظرة . جميلة • فكيف يتم لهم

ذلك في تحديد الابعاد والمساحة والارتفاع وضبط مستوى الارض واتقان عمودية البناء وحساب قوة الجدران والسطوح الى آخر ما يقتضيه البناء من معرفة خواص مواد البناء اضافة الى المعرفة الحساسة الدقيقة والمعرفة الهندسية للأشكال والحجوم ؟ يتم لهم عمل كل ذلك بطريقة فكرية أولها تكوين صورة فكرية شبه متكاملة عن شكل البناء قبل البدء به ، وهذه هي عملية تجريد وتصور للموجودات المادية بالأشكال والابعاد المختلفة وان لم تكن هذه المواد موجودة أمام عين العامل الماهر في البناء . ان قابليته بحساب الأبعاد واستنباط الاشكال الهندسية للبناء تأتي من شعوره الذاتي بهذا النوع من الرياضيات وان لم يعرفها كتابة أو لم يدرسها مسبقاً . وان كثيراً من هؤلاء المهرة من عمال البناء يتكبرون تصاميم هندسية جديدة من عندهم لا يقلدون فيه البناء السابق ، أي أنهم يلهمون هندسياً وحسايا ، وفي كل محاولة بناء جديدة تكون لهم

أو تخلق عندهم قريحة جديدة تؤدي الى تطور في طرق البناء وفي فن البناء • أي أنه بعد كل هذا الشعور والاحساس بالرياضيات الاساسية للبناء نرى صفة الجمال النهائية على الابنية • والشعور بالجمال هو غاية في التصور والتجريد الفكري • فهل ان الجمال هو للمادة الجامدة لوحدها أم هو جمال التكامل الرياضي الهندسي الذي أنتجه الفكر ؟ لقد اعتمد الفكر في هذا الانتاج على شعوره أو احساسه الاول بالعدد وبالشكل الهندسي • أي أننا يمكن أن نقول بأنه يوجد عند الانسان احساس بالعدد وبالشكل ، ويمكن أن نسميه بالاحساس الرياضي ، أن هذا الاحساس هو نتاج أو خلاصة فكرية لجميع حواس الانسان الاخرى • ويمكننا أن نقول أيضاً أن هناك جمالا في الرياضيات سواء وضعت هذه الافكار الرياضية في التطبيق ، على شكل بناء مثلا ، أو أنها بقيت في الفكر المجرد لتخلق عندها المتعة بالبرهان الرياضي • ان هذا

البرهان الرياضي يؤدي الى شعور عظيم هو بعينه جمال الرياضيات ، فالتفكير الرياضي هو من أساسيات الفكر البشري ، وان التعبير عن هذا الفكر المجرد جاء بابتكار الارقام وهي عملية تثبت للفكرة الرياضية أو للأحاساس الرياضي بالعدد . وأما رسم الاشكال هندسياً فقد جاء هو أيضا انعكاسا تجريديا فكريا عن اشكال المادة الطبيعية وعبر الانسان عنها بواسطة الخطوط على الاشكال المعروفة مثل المثلث والمربع والمستطيل والدائرة الخ من الاشكال الهندسية الكثيرة .

ان هذه الارقام والاشكال الرياضية أصبحت هي بحد ذاتها موجودات فكرية حقيقية وكونت بمجموعها مادة الفكر المجرد ، وأصبح التعامل بها لوحدها وإيجاد العلاقات فيما بينها هو التفكير البحث ، وكان هذا هو أساس الرياضيات الصرفة أو البحتة ، وأصبح التفكير بها ودراستها حسب اسس فكرية أو رياضية مبنية على الاستنتاج الرياضي . وهكذا صارت الرياضيات علما

منظماً ، ولكن بقي اساس العلوم الرياضية هو التصور
المجرد والالهام والقريحة التي تعطيه الاستمرارية
والتطور •

ومن هذا التفسير للأحاساس الرياضي نرى أن
كل فرد من مجموعة الانسان العاقل له قابلية رياضية
تولد معه ، ولا يمكن أن يتميز بصورة كلية أي عنصر
أو جنس من البشر على غيره مادام هذا الجنس من
سلالة الانسان العاقل • وسوف نرى أن أجناساً بشرية
كثيرة ومتنوعة توصلت الى نفس الانتاج الفكري
والرياضي تقريباً وفي أوقات متقاربة ، فسوف نرى
أن انتاج الارقام والاشكال الهندسية وابتكار الكتابة
كان قد تم في كل من وادي الرافدين ومصر وفلسطين
والهند والصين وامريكا القديمة في حوض المكسيك •
ولكن بعض علماء الرياضيات ، أمثال بوانكاريه العالم
الفرنسي في اوائل القرن العشرين ، يقولون بان العالم
الرياضي يولد ولا يتكون عن طريق التعليم • اذا كان

هذا الكلام صحيحاً كلياً فلماذا تدرس الرياضيات في كل صف من صفوف المدراس الابتدائية والثانوية بصورة الزامية في جمع بقاع الارض ؟ أليس هذا اعترافاً ضمنياً وتاماً بأن القابلية الرياضية أو ماسميناه بالاحساس الرياضي موجود في كل فرد من افراد المجموعة البشرية ؟ • أما تميز بعض الافراد على غيره في نفس مجموعته أو جنسه فيجب أن نبحث عن أسبابه في تكوين الفرد العائلي والمدرسي والاجتماعي ، وفي نفس هذه العوامل تكمن الاسباب في خفض مستوى القابلية الرياضية عند بعض الافراد • وهنا يجب ان تذكر صاحبنا ذلك العامل الماهر الذي يبنى البيوت الجيدة والجميلة والذي لايمكنه ان يعبر عن احساسه أو عن قابليته الرياضية بواسطة الارقام أو الاشكال الهندسية أو المعادلات الرياضية ، اذ ربما لم تتح له فرصة التعلم النظامي لسبب أو آخر • ولنسأل هنا هل كان بناء أور وبابل ومصر القديمة كلهم من علماء الرياضيات

المختصين ؟ أو هل أن علماء الرياضيات في العصور
القديمة كانوا قد شاركوا مشاركة كلية في انشاء ذلك
البناء العظيم ؟ سوف نجيب عن هذه الاسئلة بعد أن
نبحث التطور التاريخي لعلوم الرياضيات وندرس
تأثيرها على الفرد والمجتمع اذ أن الرياضيات كما قلنا هي
الجذور الاساسية لجميع العلوم اطلاقا . وفي معنى
الرياضيات وأهميتها يقول اخوان الصفا قبل حوالي
ألف سنة مايلي :

الفلسفة أولها محبة العلوم ، وأوسطها معرفة
حقائق الموجودات بحسب الطاقة الانسانية ، وآخرها
القول والعمل بما يوافق العلم . والعلوم الفلسفية
أربعة أنواع . أولها الرياضيات ، والثاني المنطقيات ،
والثالث علوم الطبيعيات ، والرابع علوم الالهيات .
فالرياضيات أربعة انواع ، أولها الارثما طيقى والثاني
الجومطريا والثالث الاسطر نوميا والرابع الموسيقى .
فاول مايتبدأ بالنظرية في هذه العلوم الفلسفية ،

الرياضيات وأول الرياضيات معرفة خواص العدد لأنه أقرب العلوم تناولا ثم الهندسة وانه اذا ما قدم الحكماء النظر في علم العدد قبل النظر في سائر العلوم الرياضية ، فلأن هذا العلم مركوز في كل نفس بالقوة ، وانما يحتاج الانسان الى التأمل بالقوة الفكرية حسب ، من غير أن يأخذ لها مثالا من علم آخر . بل منه يؤخذ المثال على كل معلوم وان غرض الفلاسفة الحكماء من النظر في العلوم الرياضية ، وتخرجهم تلاميذهم بها : انما هو السلوك والتطرق منها الى علوم الطبيعيات .

فاذا كانت الرياضيات هي أول العلوم واذا كان العدد هو أول الرياضيات فكيف تكون علم الهند عند الانسان الاول ، وكيف أصبح مركوزاً في كل نفس بالقوة الفكرية ؟ ولأجل الجواب عن هذه الاسئلة المهمة لنرجع بتصورنا عن نشأة الاحساس الرياضي والذي أوله الاحساس بالعدد الى عصور قديمة جيداً

في حياة الانسان الاول ، ولتصور أن رجلاً خرج ليعيد بعض الحيوانات لتكون طعاماً له ولعائلته ، ومرت عليه فترة من الزمن ولم يصطد لى شيء ، فبدأ الرجل يعاني فكرياً بعدم الحصول على أي شيء ، وبعد هذه المعاناة حصل أو تمكن من أن يصطاد طيراً ، والآن وفجأة فقد الشعور باللاشيء وبدأ يشعر بوجود شيء ألا وهو الطير الواحد . وإذا استمر بالصيد فسوف تتكون عنده مجموعة من الطيور ، وأن شعوره بالمجموع يأتي من اضافة واحد الى واحد بصورة متكررة . وإذا فرضنا أيضاً أن هذا الرجل الصياد لم تكن عنده لغة للتعبير عن تجربته بالصيد وعن شعوره بتكوين مجموعة الطيور بصورة تدريجية واحدة بعد واحدة فإن عليه ابتكار تعبير صوتي أو ابتكار لغة يصف بها رحلة الصيد هذه ويصف بها عدد الطيور التي حصل عليها . وهكذا يبدأ الانسان الاول بتكوين وتطوير تعابير صوتية تكون فيما بعد لغة خاصة به

تعبّر عما هو موجود في فكره ، وهذا هو أسلوب ابتكار
اللغة .

واضافة الى التعبير باللغة وتوضيحاً لها يلتجئ
الانسان الاول الى استعمال الاشارات أو الرموز
للتعبير عن العدد الذي حصل عليه من الطيور ، وإبسط
اشارة توضيحية لهذا الغرض هو استعمال الاشارة
باصبع اليد ، فيشير الى الطير الواحد باصبع واحد ،
ويشير الى اصطيد طير وطير باصبعين ، ويشير لأكثر
من ذلك بثلاثة أصابع ، وهكذا يستمر باستعمال أصابع
يده الخمسة ، ومن ثم يستعمل أصابع اليد الاخرى
فيكون عنده مجموع أصابع يده الاولى ويده الثانية ،
أي تكون عنده مجموعتان منفصلتان كل واحدة منها
مكونة من خمسة والمجموع يكون عشرة . وبعد ذلك
إذا أراد ان يستمر بعد مجموعته الكبيرة من الطيور
فانه يستعمل أصابع الرجلين ، وأيضاً يحسبها خمسة
فخسة فيحصل على العدد عشرين المكون من أربع

مجاميع ، كل مجموعة مكونة من خمسة أصابع • وهكذا
بدأ العد باليد ، ومازلنا نستعمل هذه الطريقة للعد أو
للتعبير عن العدد •

وحفاظاً على تجربته في حصوله على عدد من
الطيور بدأ الانسان الاول يعبر عن فكرته العددية وعن
اشارة أصابعه بأن يرسم خطاً واحداً عمودياً أو
افقياً ليشير الى طير واحد ويستمر برسم خطين أو اكثر
ليعبر عن العدد الكلي لمجموع ما اصطاده • وهكذا
ظهرت أول اشكال الكتابة ، أي كتابة الخط الواحد
المعبر عن العدد • وكتابة الخطوط هذه جاءت بالضبط
كطريقة العد بواسطة اليد ، فيرسم الشخص خمسة
خطوط متجاورة مثلاً أصابعه المفتوحة ، وثم يترك
فاصلاً ليعبر عن انشغاله الى عد أصابع اليد الاخرى ،
وثم يرسم خمسة خطوط أخرى متجاورة ، ويترك
فاصلاً آخر ليعبر عن انتقاله لعد أصابع الرجل الاولى ،
وهكذا يتراكم رسم الخطوط بمجاميع تكون كل

مجموعة مكونة من خمسة خطوط ان احاد البراهين الاثرية على هذه الطريقة في كتابة الاعداد انه كان قد عثر في سنة ١٩٣٧ على عظم ذئب في أواسط جيكوسلوفاكيا يعود تاريخه الى ما قبل ثلاثين ألف سنة تقريباً وقد حفر على هذا العظم (٥٥) خطأ أفقياً موضوعة بمجاميع كل مجموعة تحتوي على خمسة خطوط ، وان اول (٢٥) خطأ مفصولة عن البقية بخط واحد طوله ضعف الخطوط الاخرى •

والمهم بهذه الطريقة للعد هي تكوين فكرة اساسية عن أهمية العدد خمسة والعدد عشرة الذي هو اساس العد الحالي في النظام العشري ، وتكوين فكرة عن المجموعة العددية التي هي اساس الرياضيات الحديثة في نظريات المجاميع ، وكذلك تكوين فكرة عن عملية المجمع أولى العمليات الحسابية الأربع ، بان عملية المجمع هي اضافة واحد الى العدد السابق بصورة مكررة • ان عملية التكرار هذه هي من أهم العمليات

الرياضية اذ تستعمل في البرهان الرياضي في نظريات العدد حالياً ، ويقول بوانكارية عن عملية التكرار والبرهان بالتكرار بأنها التفكير الرياضي باقصى جودته . والطريقة هذه معتمدة بالاساس على تمثيل الرقم واحد للشيء الواحد ، فيوجد لفظ خاص للواحد ويشار اليه باصبع واحد ، ويرسم خط واحد ، وذلك للتعبير عن الشيء الطبيعي الواحد . وترسم الخطوط بالتكرار لتعبر عن الاشياء واحداً لواحد . ومن هذا نرى أن جميع الاجناس البشرية في العصور السابقة كانت قد كتبت الرقم واحد بشكل خط واحد أفقي أو عمودي ، وكتبت الرقم اثنين بخطين وهكذا . أن هذا التشابه الاولي بكتابة الاعداد أو الارقام الاولية يدل على وجود القابلية أو الاحساس الرياضي عند المجاميع البشرية المختلفة ، ويدل على أن هذه القابلية الرياضية متشابهة أو متقاربة عند الاقوام المختلفة ، ويدل أيضاً على طريقة عمل الفكر عند الانسان ، وتشابه الانتاج

الفكري عند مواجهة المشكلة الواحدة • فان عملية
الجمع الحسابي كانت قد اكتشفت من قبل جميع
الاقوام في العصور السحيقة الماضية • وان جميع
اللغات تحتوي على الالفاظ العددية واحد واثنين
وثلاثة الخ •

ويمكن أن نأخذ فكرة عن تاريخ نشوء هذا
الفكر الرياضي عن العدد من تاريخ عظم الذئب المشار
اليه سابقاً ، اذ يتبين لنا أن الانسان العاقل الحديث بدأ
بابتكار طريقة الرموز للتعبير عن فكره الرياضي بمدة
قصيرة بعد ظهوره كأنسان عاقل قبل حوالي أربعين ألف
سنة (مصدر رقم ١٠٥ و ٧٠ و ١٠٥) ، وأن التعبير عن الفكر
الرياضي كان قد سبق ابتكار الكتابة السومرية بحوالي
عشرين ألف سنة ، ويبدل هذا العظم أيضاً على أن
القابلية الرياضية هي قابلية اساسية وقديمة عند جميع
أفراد الجنس البشري •

أن العملية الحسابية الأخرى والمهمة هي عملية
الطرح ، ماهذه إلا عكس عملية الجمع وهي أيضاً
مستمدة من حياة الإنسان العملية ، فإذا فقد الصياد
واحداً من طيوره فإنه يشعر بتناقص العدد الكلي
عنده بواحد •

وعملية القسمة هي أيضاً مستمدة من الحياة
العملية ، فإذا أراد الصياد أن يوزع أكله على أفراد
أسرته فإنه يقسم أو يوزع مجموع العدد الكلي على
مجموع أفراد أسرته ، وإذا افترضنا أن الصياد قد صاد
غزالاً واحداً فإنه يقسم هذا الغزال الواحد على مجموع
الأفراد ليحصل كل فرد على جزء صغير ، وهكذا يشعر
الإنسان بكسور العدد •

كان الإنسان الأول يقرن العدد بالشيء المقابل له
فيقول مثلاً ثلاثة طيور ، ثلاثة غزلان ، ثلاث أبقار
الخ • وقد استغرق زمناً طويلاً جداً حيث اتبته بأن
هذه الأشياء المتعددة مشتركة بشيء واحد ألا وهو

العدد ثلاثة • وهذه هي أول خطوة في عملية التجريد الرياضي ، اذ استبدل عدد الموجودات المادية بتجريد عمودي لتكوين فكرة العدد المجرد التي هي أول الرياضيات •

ان فكرة التجريد في العدد لم تنتج من قبل شخص واحد أو من قبل مجموعة معينة وانما كانت قد نشأت عند كثير من الاقوام في بقاع مختلفة وغير متصلة مع بعضها •

ان عملية الجمع التي شرحناها والمبنية على جمع الاشياء الملموسة أعقبتها عملية جمع الاعداد المجردة ورافقتها عمليات الطرح والقسمة للأعداد المجردة أيضاً • ولكننا لم نذكر شيئاً عن ظهور عملية الضرب الحسابي • ان هذه العملية تنطوي على تجريد لحد كبير للعمليات الحسابية الاخرى • فان ضرب الاعداد هو عملية جمع متكرر ، فان الانسان الاول لم يكن بحاجة الى عملية فكرية جديدة اضافة الى عملية الجمع


المتكرر ، فانه اذا أراد أن يعرف العدد الكلي لمجموعة كبيرة فانه يعد مجموع الخطوط التي رسمها على شكل مجاميع ويعدّها واحداً واحداً . وبعد هذا العدد المنفرد الطويل بدأ بجمع المجاميع التي كتبها خمساً فخمساً أو عشرةً فعشراً . ولا بد أنه قد مضى على الانسان وقت طويل الى أن اتبه بأن مجموع خمسة وخمسة وخمسة مثلاً هو نفسه يساوي خمسة مضروبة في العدد ثلاثة وذلك لأن لديه ثلاث مجاميع من خمسة خطوط . وعليه فان عملية الضرب هي عملية حسابية متطورة ربما جاءت بعد حدوث عملية تجريد العدد من الموجودات المادية ، اذ أنها تنطوي على تجريد وتصور في نفس الوقت .

والآن قد بينا كيفية نشوء وتكوين الاحساس الرياضي ، وكيف أصبح علم العدد مركزاً في كل نفس بالقوة الفكرية ، وذلك بواسطة تفهم طريقة نشوء العدد والعمليات الحسابية الاولى الاربع التي


هي أساس الرياضيات ، وعليها تعتمد حياة الانسان
أولاً وآخراً في الامور التجارية والصناعية ، وبها يعبر
الانسان عن افكاره العلمية بصورة مضبوطة .

رياضيات وادي الرافدين ووادي النيل :

وبهذا الحد المتطور لفكرة الرياضيات وللطرق
الحسابية تبدأ حضارة وادي الرافدين وحضارة وادي
النيل ، اذ نجد عند كل منهما علوماً رياضية متطورة
كونت بمجموعها العلوم الرياضية البحتة عند اليونانيين
فيما بعد .

ان العمليات الرياضية في وادي الرافدين كانت
قد بدأت منذ أربعة آلاف سنة قبل الميلاد تقريباً ،
ووصلت درجة عالية من التطور منذ حوالي ألفي سنة
قبل الميلاد . تتكون الارقام البابلية من علامتين أو من
شكلين . أولهما يشبه الاسفين أو الوتد ، وهو عبارة
عن مثلث صغير يكتب رأسه الى الاسفل ويمتد منه
خط عمودي واحد () . ان الارقام من واحد

الى التسعة تكتب بتكرار كتابة هذا الوند بصورة عمودية ، فمثلا ان الرقم ثلاثة يكتب برسم ثلاثة أوتاد متجاورة عمودية ، والرقم تسعة يكتب برسم الرقم ثلاثة هذا ثلاث مرات بصورة أفقية

وان الرقم عشرة هو عبارة عن رسم لزاوية () وهو الشكل الآخر المستعمل في كتابة الاعداد البابلية . والرقم عشرون يكتب برسم اشارة الزاوية مرتين بصورة متجاورة ، والرقم أحد عشر يكتب برسم زاوية والى يمينها يرسم وتد واحد . ان نظام العدد البابلي هو النظام العشري الحالي . ولكن عملياتهم الحسابية كانت تجرى باتخاذ الرقم (٦٠) كأساس .

ويمكننا تلخيص الانجازات الرياضية السومرية

— البابلية بابلية —

- ١ - اتخاذ الطريقة العشرية في كتابة الاعداد .
- ٢ - ايجاد فكرة المرتبة العددية اي فكرة كتابة العدد موضعاً الآحاد والعشرات والمئات الخ .
- ٣ - استعمال رمز خاص للصفر منذ أوائل القرن الرابع قبل الميلاد .
- ان ابتكار فكرة المرتبة العددية واستعمال الصفر هما من أهم الخطوات في تاريخ الرياضيات .
- ٤ - ابتكار النظام الستيني الذي مازال موجوداً لحد الآن في تقسيم الدائرة الى ٣٦٠ درجة وفي قياس الزوايا وفي وحدات الوقت . ان النظام الستيني يحتوي على النظام العشري في كتابة الاعداد .
- ٥ - ان تطور الرياضيات في العراق القديم كان قد وصل حداً كبيراً ، اذ أنهم كانوا يعرفون حل المسائل الجبرية التي تحتوي على معادلات الدرجة الاولى والثانية والثالثة والمعادلات الآتية . ويرفعون الاعداد الى القوى المختلفة يأخذون جذورها .

٦ - في الهندسة كانوا يعرفون خواص المثلث القائم الزاوية • فهم أول من عرف ماسمي فيما بعد بنظرية فيثاغورس التي تدرس الآن في المدرس المتوسطة ، وعرفوا الاعداد الفيثاغورية ، أي تلك الاعداد التي ترتبط بالمعادلة التي تنص على أن مربع عدد مايساوي مجموع مربع عددين آخرين • وكانوا يعرفون ايجاد محيط ومساحة الدائرة ، وعينوا قيمة النسبة الثابتة بأنها ثلاثة في بادئ الامر وحسنوا هذا الرقم حيث أصبح ٣ وثمان ٨/١ (لي ٣٢٥) والقيمة الصحيحة هي ٣١٤ •

يدل هذا على أن الاتجاه العام للرياضيات البابلية كان اتجاها جبرياً ، اذ انهم كانوا يحلون المسائل الهندسة بطرق جبرية ولكن بدون استعمال الرموز ، ويستخدمون خصائص الاشكال الهندسية لوضع المعادلات الجبرية ، وهذا هو الاتجاه الحديث فسي العلوم الرياضية ، ومن هذا الاسلوب البابلي نشأت

الهندسة التحليلية في القرن السابع عشر على يد
(ديكارت) و (فرما) •

٧ - ان البابليين كانوا قد وضعوا جداول
رياضية مختلفة مثل جداول الضرب وجداول معكوس
الاعداد التي كانوا يستخدمونها لأجراء عملية القسمة ،
وهي ضرب المقسوم بالمقسوم عليه • وجداول بجذور
الاعداد ، وجداول رفع الاعداد الى القوى المختلفة ،
الفيتاغورية •

يدل كل هذا على المستوى العالي الذي وصلت
اليه الرياضيات • فانهم كانوا قد بدأوا بتطوير علم
الرياضيات من المبادئ الاولى التطبيقية الى علم
مجرد بحث حيث كانوا يحلون مسائل رياضية ليس
لها علاقة بالواقع اليومي بل لمتعتها الرياضية البحتة ،
مثلا انهم كانوا مولعين بمعرفة خصائص العدد اذ أنهم
عرفوا مبدأ المتواليات الحسابية الهندسية • وكان
لديهم طريقة عامة ومنظمة لمعرفة الاعداد الفيتاغورية •

وفي الهندسة كانوا يحلون مسائل ليس لها علاقة
بواقعهم مثل ايجاد نصف قطر الدائرة التي ترسم
حول مثلث متساوي الاضلاع ، أو ايجاد نصف قطر
دائرة مرسومة حول دائرة اخرى •

ان البابليين استخدموا الحسابات الرياضية في
علم الفلك ، مثل حساب الفصول والتقويم وطول
النهار والليل ، وحسبوا كبس الاشهر القمرية لجعل
السنة القمرية مساوية للسنة الشمسية حيث عرفوا
بطريقة حساية مبدأ اضافة سبعة اشهر قمرية في دورة
زمنية مقدارها ١٩ عاماً • وعرفوا كيفية حساب موعد
الخسوف والكسوف ، وتعيين مواقع بعض النجوم
والكواكب ، وأوجدوا مبدأ الابراج الاثني عشر ،
ومبدأ الاسطرلاب الذي تطورت عنه آلة الاسطرلاب
فيما بعد عند العرب • ان هذا الاستخدام للرياضيات
هو أساس علم الفلك الرياضي الحديث الذي مكن
الانسان من الوصول الى القمر •

ان حضارة وادي النيل كانت الحضارة العظيمة
الآخري التي عاصرت حضارة وادي الرافدين ، والتي
انتجت رياضيات متقدمة . فاذا رياضيات المصريين
القدماء كانت هي أيضاً مستمدة من واقع الحياة
ومنعكسة عن الطبيعة . كانت لديهم أرقام تختلف
عن الأرقام البابلية . كانوا يكتبون الأرقام من واحد
الى عشرة برسم خطوط اعتيادية عمودية ، ولديهم
اشارات أو رموز خاصة للأرقام عشرة ، ومئة ،
وألف ، وعشرة آلاف ومئة ألف ، ومليون . وكانوا
يكتبون الأعداد من اليسار الى اليمين ، وأحياناً من
اليمن الى اليسار ، بطريقة النظام العشري . ولكن لم
يكن لديهم علامة خاصة للصفر . انهم كانوا يعرفون
العمليات الحسابية الأربع ، ويتعاملون بالأعداد
الصحيحة والكسور ، ولكن عملية الضرب عندهم كانت
تختلف عن طريقتنا الحالية ، اذا كانوا يضاعفون الأعداد
ثم يجمعونها . وفي الجبر كانوا يحلون المعادلات من

الدرجة الاولى والثانية والآية • وكان تقدمهم في الهندسة اكثر من تقدمهم في الجبر • اذ كانوا يعرفون حساب المساحات والحجوم لأشكال هندسية مختلفة وعينوا قيمة النسبة الثابتة بأنها ٣ر١٦ المقاربة للقيمة الصحيحة • وعرفوا حساب مساحة وحجم الهرم الناقص ، ومن المحتمل أنهم عرفوا خواص المثلث القائم الزاوية • أما من ناحية الرياضيات الصرفة فقد عرفوا المتواليات الهندسية • نرى من هذا أن هناك تشابهاً او تقابلاً بين الرياضيات في وادي الرافدين وبين رياضيات وادي النيل ، ولكن لكل خصائصها المميزة • رياضيات عامة ان الرياضيات في وادي الرافدين كانت متقدمة اكثر مما كانت عليه في وادي النيل ؟ • من المعروف أن شعوب الشرق الاوسط كانت متصلة فيما بينها ، ومن المحتمل استفادت من بعضها ، ولكن تطورت بشكل مستقل عن بعضها فاكسبت ميزات خاصة بها •

تفسير التطور السريع في الرياضيات :

ان كل هذا تطور عجيب وسريع اذ كان قد حدث كله قبل اربعة آلاف من السنين . فكيف حصل هذا التطور الهائل في الرياضيات وفي استخدماتها المتعددة ؟ ان تفسير هذا النوع من التطور الفكري والتطبيقي هو من من أهم ماتعنى به هذه الاحاديث .

لقد كنا قد بينا سابقاً كيف أن الرياضيات كانت قد بدأت بابتكار العمليات الحسابية الاربع التي انعكست على واقع حياة الانسان الطبيعية .

وقلنا ان الارقام والاشكال الهندسية أصبحت هي بعد ذاتها موجودات فكرية تطورت بواسطة التجريد الرياضي الى مارأيناه في تطور الرياضيات عند البابليين والمصريين القدماء . يدل هذا على أن التطور الفكري النظري المجرد يكون تطوراً سريعاً لأنه غير مربوط بالتجربة اذ أن تطور التجربة يكون معتمداً على معرفة سلوك وتركيب المادة الذي لم يكن معروفاً آنذاك .

ان تطور التكنولوجيا في العراق القديم كان تطوراً عظيماً
أيضاً وكان هو أول ثورة صناعية وأهم ثورة صناعية في
تاريخ الانسان ، الا أنه كان معتمداً على التطوير
بواسطة الخبرة العملية المعتمدة على الخطأ والصواب .
أما الرياضيات البابلية فانها كانت قد وصلت حداً عالياً
من التجريد الفكري ، ووصلت الى حد التنبؤ بالنتائج
الفلكية وهو غاية في التطور الحضاري ، حيث ان أهم
خصائص حضارة القرن العشرين هي التطلع والتوصل
الى الفضاء الخارجي ، هذا الفضاء الذي كان قد درسه
البابليون بواسطة رياضياتهم المجردة وأن حساباتهم
الفلكية مازالت مستعملة وصحيحة لحد الآن . فهم أول
من استخدم الرياضيات للتعرف على سلوك الطبيعة
بصورة عامة ، وهذا هو العلم الحديث بعينه ، وانه لحق
قول اخوان الصفا بأن الرياضيات هي أول العلوم
ومنها نسلك الى العلوم الطبيعية .

وهنا يمكننا أن نجيب عن السؤال الذي أثارناه سابقاً وهو : هل كان بناء أور وبابل ومصر القديمة كلهم من علماء الرياضيات ؟ أو هل علماء الرياضيات في العصور القديمة كانوا قد شاركوا مشاركة كلية في انشاء ذلك البناء العظيم ؟ نقول ان الرياضيات كانت قد استخدمت في بناء المدن القديمة العظيمة كما أنها استخدمت في شتى أمور الحياة الزراعية والتجارية الا أن الذين قاموا بتطبيق الرياضيات في الحياة العامة لم يكونوا من علماء الرياضيات ، اذ كان هؤلاء العلماء منهمكين بتطوير الفكر الرياضي البحث وفي استخدام الرياضيات في العلوم الفلكية الراقية والتي لها علاقة بعلوم اللاهوت البابلية ، وعليه فان المختصين بعلوم الرياضيات كانوا من الكهنة الذين هم الاقلية في المجتمع . أما بناء المدن العظيمة فكانوا من اكثرية المجتمع وهم العمال المهرة الذين يعتمدون بالدرجة الاولى على احساسهم الرياضي وعلى معرفتهم الاولى

بعلوم الرياضيات الدارجة عند اكرثية الناس • ومما يعزز هذا الرأي أن مجموع ما وجد لحد الآن من الألواح الطينية التي تعنى بالرياضيات البابلية هو ٥١١ لوحا رياضيا من مجموع مئات الألوف من الألواح الطينية • فهل ان هذه النسبة القليلة جداً للألواح الرياضية جاء نتيجة لصدفة الاكتشافات الاثرية التي كان اكرثها مكوناً من ألواح غير رياضية ؟ أم أنها تدل على أن علوم الرياضيات المتطورة كانت مقصورة على طبقة صغيرة من الناس الذين كرسوا كل حياتهم لتطوير العلوم الرياضية التطبيقية والبحث ؟ انا نعتقد بأن الرياضيات المتطورة كانت مقصورة على طبقة صغيرة من الناس ، وأن التطور العظيم للرياضيات عند البابليين جاء بسبب طبيعة التطور الفكري المجرد الذي يكون سريعاً بطبيعته ، أي أن فكرة مجردة تؤدي بسرعة الى فكرة مجردة أخرى بسبب خلو هذه السلسلة الفكرية البحثية من التجربة العملية ، اذ لا يكون الفكر

سجين التجربة وانما يكون حراً مطلقاً ومجرداً • وعلى هذا الاساس أن العلوم الرياضية كانت قد تطورت أسرع من غيرها عبر تاريخ الانسان الطويل وهي الآن اكبر العلوم اتساعاً ، وأن علماء الطبيعة يجدون كل ما يحتاجونه من وسائل رياضية متطورة وجاهزة لكي تستعمل لدراسة جوانب الطبيعة جميعها وعلى هذا الاساس أيضاً ان العلوم الرياضية عند البابليين لم تزدهر ازدهاراً مفاجئاً منذ بداية الالف الثاني قبل الميلاد وانما ازدهرت باسلوب متوقع حسب طبيعة التطور الفكري للعلوم المجردة • ان التوصل الى حد التجريد الفكري في العلوم هو الذي يستغرق وقتاً طويلاً حسبما رأيناه في التطور البطيء للعمليات الحسابية الاولى عند الانسان الاول الذي كان يحفر خطوط أرقامه على عظام الحيوانات • ولكن التطور أصبح سريعاً عندما جرد الانسان الارقام من موجوداتها المادية ، وأصبح يعد الارقام بصورة سريعة ومجردة عن مدلولاتها الطبيعية •

أي أنه خرج من نطاق سير حياته التي تجري وتتطور بصورة بطيئة ، وأطلق الانسان فكره من سجن التجربة العملية الى فضاء الفكر المجرد الذي ليس له عوائق أو حدود ، وتنتج من ذلك هذا التطور المفاجيء الهائل في العراق القديم . ان البابليين انفسهم كانوا قد تحيروا في تفسير هذا التقدم الرياضي الفكري العظيم ، وكانوا قد تحيروا في تفسير اسلوب تعلم الانسان السريع للعلوم الرياضية وغيرها . ولهذا ابتدعوا الهاً خاصاً للرياضيات والتعلم ، وكان اسمه أو آنس [OANNES]

وكانوا يقولون ان هذا الاله يزور بعض الناس ويتكلم معهم ويعلمهم الرياضيات والعلوم الاخرى . ان البابليين أنهمكوا بتطوير وبحب الرياضيات لأنهم كانوا يعتقدون بأن هذا العلم يأتي من اله الرياضيات ، وأن دراسة الرياضيات هي نوع من التعبد للاله . سنجد هذا النوع من الاتجاه عند اليونانيين على يد فيثاغورس ، أي بعد حوالي ١٥٠٠ سنة بعد تطور علوم الرياضيات فسي

بهذه المرونة كان قد مكن الرياضيين القدماء من تنظيم تلك الجداول الرياضية المطولة ، كما ساعدتهم في التعبير عن الكسور العشرية الدورية أي الكسور التي لا تنتهي مثل $\frac{1}{3}$ الذي عبروا عنه في نظامهم الستيني بالرقم ٢٠ أي $\frac{٢٠}{٦٠}$.

ان هذه هي فوائد تطبيقية مهمة للرقم (٦٠) ، ولكن هل هناك احتمال بوجود سبب آخر في اختيار هذا الرقم اضافة الى مرونته الحسائية ؟ أي احتمال وجود علاقة بين ابتكار هذا النظام والاعتقاد بالآله أو آنس ، اله الرياضيات ، مما ركز الاعتقاد بالقوة الكبرى التي أعطيت للأرقام بصورة عامة وللرقم (٦٠) بصورة خاصة . اذ أنه اضافة الى مرونة العدد المذكور فانه يساوي ٦×١٠ وان وان العشرة هي أساس كتابة الارقام بالطريقة العشرية ، وكذلك ان البابليين كانوا يعتقدون ، أولا ، بأن السنة تساوي ٣٦٠ يوماً ولذلك فانهم قسموا محيط الدائرة الى ٣٦٠ درجة وهذا يساوي

٦٠×٦٠ اي أن الرقم (٦٠) ظهر في الدائرة الفلكية
 السماوية دائرة الـ الرياضيات . وكذلك ان البابليين
 كانوا يشتقون أرقامهم من عدد كبير جداً وغريب الا
 وهو (١٢٩٦٠٠٠٠) وهو يساوي (٦٠) مرفوعة الى اس
 اربعة (٤٦٠) فاذا اعتبرنا هذا العدد هو ايام وقسمناه
 على ٣٦٠ يوماً فنحصل على (٣٦٠٠٠) سنة . ان
 افلاطون كان يعتقد بأهمية هذا العدد ويتصور
 أن له أهمية كبيرة على مستقبل الانسان بعد مرور هذا
 العدد من السنين ، ولذلك فانه سمي بالسنة
 الافلاطونية الكبيرة . ومن هذا نرى أن منشأ المبدأ
 الفيشاغوري الذي يرى ان للأعداد قوة خفية ، وأن
 اساس فكرة افلاطون عن السنة الكبرى ، كان معتمداً
 على الرياضيات البابلية البحتة والتي لها صفة غيبية .
 ومازال بعض الناس يعتقد بتأثير الاعداد ٢١و١٣و٧و٣
 في حياتهم اليومية .

دراسة لابتكار الكتابة :

ان ابتكار الكتابة هو أهم ابتكار في جميع تاريخ
الانسان الطويل ، وهو الابتكار الذي غير مجرى
تاريخ وحياة الانسان وجعلها متميزة عن حياة بقية
مجموعة الكائنات الحية ، وستبقى الكتابة مؤثرة في
حياة الانسان جيلا بعد جيل . يقول ابو العلاء في أهمية
الكتابة :

وأضرب وليدك وأدله على رشد

ولا تقل هو طفل غير محتمل

فرب شق برأس جر منفعة

وقس على نفع شق الرأس بالقلم

فهل هناك أهمية أكثر من أهمية شق الرأس

بالقلم !

ان الانسان كان قد فكر في الكتابة منذ أن شعر

بنفسه وأدرك أنه يختلف عن بقية الممكة الحيوانية بأنه

يملك قوى عقلية كبيرة ، وصار يعبر عما في ذاته • فكر
الانسان بالكتابة لأنه كان في حاجة الى تسجيل أعماله
ومعاملاته وكلامه وفكرته • وبهذا ان ابتكار الكتابة
يختلف عن بقية الابتكارات المهمة الاخرى — النار
والعجلة أو الآلة والارقام ، وذلك لأن الكتابة جاءت
كتعبير فكري عن حاجة ذاتية ولم تكن انعكاساً عن
الطبيعة كما كان الحال في ابتكار النار أو العجلة أو
الارقام • ان الانسان هو الكائن الحي الوحيد الذي
استعمل الرموز للتعبير عما في ذاته • تكونت عن هذه
الطريقة في التعبير ثقافة وحضارة الانسان التي ليس لها
مرادف في الطبيعة خارج ذات الانسان • ان أهمية
هذا التطور الثقافي — الحضاري لاتقل عن أهمية
التأثيرات الحيوية الوراثية (البايولوجية) • وفي الوقت
الحاضر ان معرفة الانسان العلمية التي تسيطر على
العوامل الوراثية وتسيرها لمصلحة الانسان ، وذلك
باجراء بعض التغيرات في الجينات الوراثية ، وسيكون

تطور مستقبل الانسان محددا بثقافته وحضارته وليس
معتمدا على تطور هذه الجينات التي كانت قد كونت
الانسان في الاساس •

فاذا كان للكتابة هذا الاثر العظيم في حياة الإنسان
فكيف بدأت الكتابة ؟ كانت أول كتابة ابتكرها
الانسان هي الكتابة الصورية أي أنه استخدم الصور في
مقام الالفاظ • ولكن هذه الطريقة كانت عاجزة عن
التعبير عن الامور الروحية وعن الالفاظ المعنوية وعن
الامور الحسائية • ولذلك فانه أوجد اختزالا لهذه
الصور وتكونت عنده الكتابة المقطعية أي أنه اختزل
الصور وجزأها الى مقاطع وأخذ منها مقاطعها الأولى
فسماها باسمائها الاصلية فوصل بذلك الى مرحلة
المقاطع • وتمكن بهذه الطريقة تسجيل جمل فيها الفاظ
مادية وأخرى تعبر عن معان واحساس • ولكن ماتزال
هذه الطريقة صعبة • ففكر الانسان في اختزال الكتابة
المقطعية أيضاً ، وجزم المقاطع للوصول الى الجذور

الاساسية للالفاظ وقد نجح في عمله هذا فتوصل الى
ايجاد الحروف وهي المرحلة الحقيقية للكتابة .

ان فكرة الكتابة كانت قد جاءت بصورة مستقلة
لكثير من الأقسام وفي بلدان متباعدة مثل وادي
الرافدين ومصر القديمة والصين والهند وامريكا
الوسطى لشعب المايا وغيرهم ، مما يدل على تشابه
طريقة عمل الفكر البشري في التعبير عن الذات اذا
جابه المشكلة الواحدة نفسها .

ولكنه من المهم والمؤكد أن الكتابة كانت قد
بدأت قبل حوالي أربعة آلاف سنة قبل الميلاد في كل من
العراق ومصر ، ثم انتقلت الى الفينيقيين في سواحل
سورية ولبنان وفلسطين ، ومن ثم انتقلت الكتابة
بواسطة الفينيقيين الى اليونان حيث تطورت الحروف
اليونانية ومنها تطورت الحروف اللاتينية في ايطاليا ومن
هذه تطورت الحروف الاوربية الحالية . انتقلت

الكتابة الى أوروبا في القرن العاشر قبل الميلاد وقد حافظ اليونانيون القدامى على أشكال الحروف الفينيقية وعلى طريقة الكتابة من اليمين الى اليسار وكانت حروفا صامتة ولانوجد فيها حروف تعبر عن الحركات ، فأكملها اليونانيون باضافة حروف العلة اليها وبدأوا بالكتابة من اليسار الى اليمين • وبهذا نرى فضل الشرق الاوسط على أوروبا منذ بداية التطور الثقافي •

أما بالنسبة للكتابة العربية فان العرب كانوا يدونون قبل الاسلام بقلم ظهر في اليمن وهو القلم المسند ، ومن ثم كتبوا بقلم أسهل وألين أخذوه عن القلم النبطي الذي تولد من القلم الارمني المتفرع من الفينيقية أما الترتيب السائر الآن في كتابة الحروف العربية فهو ترتيب اسلامي وضعه نصر بن عاصم في أيام الحجاج •

كنا قد ذكرنا أن الكتابة هي أهم ابتكار في تاريخ الانسان اطلاقا ، وأن التاريخ الحضاري بدأ يتكون

بسرعة بعد ابتكار الكتابة ، ولكن هذا الابتكار المهم جداً لم يأت الا في وقت متأخر في تاريخ الانسان وذلك لأنه كانت قد سبقت الكتابة عوامل حيوية وحضارية أخرى تستغرق وقتاً طويلاً بطبيعة تكاملها ونضجها هيأت لابتكار الكتابة وهذه العوامل كانت هي :-

١ - الازدياد في حجم دماغ الانسان بالنسبة للمجموعة الحيوانية وقد وصل معدل حجم الدماغ الى ١٣٥٠ سنتيمترا مكعبا قبل اكثر من مليون سنة •

٢ - ابتكار صناعة الأدوات الحجرية

٣ - ابتكار النار

٤ - تكوين اللغة البدائية

٥ - الرسم بالاصباغ الطبيعية

٦ - ابتكار الأرقام - أول نوع في التعبير

بالرموز •

٧ - تدجين الحيوانات والنباتات •

٨ - صناعة الادوات المعدنية •

٩ - تكوين المجامع السكنية وتأسيس المدن •

ان مجموع هذه العوامل كانت هي حضارة الانسان قبل العصور التاريخية أي قبل البدء بتدوين تاريخ الانسان بواسطة الكتابة • ان جميع هذه العوامل كانت قد هيأت فكر الانسان ومكنته من ابتكار الكتابة ، أي توصل الانسان الى التجريد الفكري الذاتي لهذه الخبرة العملية الطويلة وأيضاً ان اكتشاف الكتابة وتطويرها يشابه مرحلة تطوير العمليات الحسية وتطورها السريع بعد الوصول الى مرحلة التجريد في الرياضيات كما شرحناه سابقاً في دراسة ابتكار الارقام • أما بعد ابتكار الكتابة أصبحت المعلومات تتراكم بمرور الزمن وكونت تراث الانسان الذي ينتقل عبر العصور بواسطة تعلم الكتابة • وبواسطة الكتابة تستمر وتنمو الحلقة الحضارية ، وبانقطاع تعلم الكتابة ينقطع الاستمرار الحضاري ويؤدي بالنهاية الى التخلف التام •

ان الوقت الذي استغرقته العوامل التي هيأت
لأبتكار الكتابة كان حوالي المليون سنة وهذا وقت
قصير جداً بالنسبة للوقت اللازم للتطور الحيوي
- البايولوجي . فمثلا ان تطور الزواحف الى الطيور
كان قد استغرق (٧٥) مليون سنة ولكن الانسان
أصبح أقوى الكائنات الطائرة بواسطة ابتكاره آلة
يمكنها الطيران وتوصل الى القمر والفضاء الخارجي
بواسطة معلوماته المتراكمة بالتدوين ضمن أقل من ستة
آلاف سنة .

ان ابتكار الكتابة كان قد أدى بصورة مباشرة
الى عدة ابتكارات مرتبطة بالكتابة ألا وهي :

١ - ايجاد مواد يكتب عليها ، وكانت الصخور
والطين والجلود والعظام والبردي والورق الذي
ابتكر صناعته الصينيون القدماء . وتأسس أول معمل
للورق في بغداد في أواخر القرن الثامن الميلادي مما
ساعد على تكوين الحضارة العربية الاسلامية .

٢ - ابتكار القلم الذي كان يصنع في العراق القديم من القصب .

٣ - ابتكار الحبر بأنواعه المختلفة .

٤ - ابتكار الطباعة الميكانيكية الحديثة في سنة ١٤٥٠ م والتي كانت من أهم العوامل في انتشار الكتابة في جميع انحاء العالم .

ان هذه الابتكارات هي ما تسمى بتكنولوجيا الكتابة (والطباعة) ، هذه الكتابة التي اتجت لتحقيق فكرة مجردة الا وهي فكرة التعبير بواسطة الرموز . ان ابتكار الكتابة هو احسن مثل على أهمية الفكرة المجردة في التطور العلمي والحضاري . ان أهمية هذا التطور الحضاري للإنسان يساوي أهمية ظهور الحياة نفسها على الارض منذ بداية الحياة في الحجيرة الاولى قبل حوالي أربعة آلاف مليون سنة ! فاي منشأ هذا الذي كان قد نشأ من تراب ؟ وماء واشعة من نار

انشمس ! ؟ فربما كان هذا التطور الحضاري الفكري
هو غاية للتطور البايولوجي !!

انتقال العلوم البابلية والمصرية الى اليونان - استكمال التجريد الفكري :

ان العلوم والمعرفة التكنولوجية في البناء والتعدين
وصناعة الفخار والتزجيج الخ • كانت قد انتقلت من
الشرق الاوسط الى اليونان • الا أن من أهم ما انتقل
الى اليونان هي الرياضيات البابلية والمصرية حيث
تطورت بشكل عظيم وكونت أسس الرياضيات والمنطق
والفلسفة كما نعرفها الآن ، وحيث وصل التجريد
الفكري الى درجات عالية ، وحيث أصبحت الدراسات
النظرية أساس التكوين الشخصي العلمي في الوقت
الحاضر •

ان الغرب يعتقد في الوقت الحاضر بأن اسس
الحضارة الغربية الحديثة يعتمد أصلا على الحضارة
اليونانية القديمة من الناحية الفكرية والفلسفية

والعلمية ، ويعرفون أوروبا الغربية بأنها ذلك الجزء من
القارة الاوربية المتأثرة بالحضارة اليونانية •

فاذا كان هذا الرأي صحيحاً ، وهو فعلاً صحيح
لحد كبير ، فهل الحضارة اليونانية التي يعتمدوها
الغرب حالياً كانت قد نشأت فجأة وبصورة مستقلة ؟
كلا انها كانت معتمدة بصورة رئيسة على علوم
ومفاهيم وادي الرافدين ووادي النيل التي انتقلت الى
اليونان عن طريق آسيا الصغرى - تركيا حالياً -
وعن طريق سورية وفلسطين ومصر • اذ كنا قد بينا أن
العلوم الرياضية مثلاً كانت قد نشأت من الخبرة
العملية وتطورت الى حد التجريد الاولي في وادي
الرافدين • ان اليونانيين استلموا هذا العلم بمرحلة
متطورة من العمليات الحسابية وفي مرحلة بداية
التجريد الفكري ، وان دورهم المهم جداً كان في اكمال
عملية التجريد الرياضي وفي اكتشاف طرق التفكير
المنطقي أو الاستنتاج الرياضي ، واوجدوا اسلوب

التساؤل عن الاساسيات الفكرية ، وكان اليونانيون مولعين ولعاً شديداً بعلوم الهندسة وعلوم العدد .

ان العالم الرياضي طاليس الذي عاش في الفترة من ٦٢٤ الى ٥٤٧ قبل الميلاد كان قد قضى وقتاً في مصر وفي بابل ، وهو أول عالم رياضي يوناني بحث عن الاسس المنطقية للنظريات الهندسية اذ كان قد وضع صيغاً عامة أو معادلات عامة عن الاشكال الهندسية وحاول البرهنة على هذه المعادلات أو النظريات . وبهذا يكون طاليس هو الذي قام بالطفرة الفكرية النوعية في علوم الرياضيات ، اذ قد حولها بصورة كلية من علوم معتمدة على الواقع التجريبي الى علم مجرد حيث بدأ يتطور بسرعة بعد هذه الخطوة المهمة ان البابليين والمصريين لم يذكروا مثل هذه الاسس أو القواعد المنطقية بصورة واضحة في كتاباتهم عن الرياضيات ، وانما كانت هذه الاسس معروفة ضمناً عند حلهم للمسائل الهندسية والعديدية .

وان العالم الرياضي اليوناني فيثاغورس (٥٧٠ - ٥٠٠ ق . م) كان هو الآخر قد سافر الى مصر وتركية وبابل ، وهناك احتمال كبير أنه اقتبس من البابليين النظرية المسماة باسمه عن المثلث القائم الزاوية . ان فيثاغورس كان قد أوجد عبادة الارقام وكان يعتقد ان الارقام هي أصل الاشياء ولها قوة سحرية . كنا قد بينا سابقاً بأن البابليين كانوا قد ابتكروا لها خاصاً للرياضيات والتعلم وكانوا يعتقدون بالقوة الخارقة للأعداد .

ان الرياضيات اليونانية كانت قد وصلت حداً كبيراً من التجريد والبناء المنطقي على يد كل من سقراط وافلاطون وارسطو . اذ كان افلاطون يعتبر أن الرياضيات هي العلوم التي تتعامل مع الافكار بصورة منطقية وهو الذي كان يحث على دراسة الرياضيات لغاية الرياضيات وكان يعتبر أن الرياضيات بداية اساسية لدراسة الفلسفة . ان هذه المرحلة من التطور

الفكري المجرد هي التي كنا قد تحدثنا عنها عندما شرحنا الدوافع الأساسية للعلم وقلنا بانها في البداية كانت دوافع مادية لتثيت وتحسين كيان الانسان ، وبعدها يصبح العلم غاية في حد ذاته ، يدرس للمتعة الفكرية ، ولهذا كانت العلوم اليونانية تتسم بصورة عامة بالتأمل النظري الفلسفي .

ان اليونانيين هم الذين أوجدوا التفكير الرياضي المنطقي المبني على الاستنتاج اي أنهم بدأوا بوضع بديهيات وفرضيات وتعاريف لا تحتاج الى برهان ، بل انها واضحة للفكر بحد ذاتها، ومن هذه المسلمات الفكرية كانوا يستنتجون النظريات الرياضية التي تخص الاشكال الهندسية وخواص العدد . ان اول من جمع هذه البديهيات والفرضيات في كتاب واحد كان اقليدس الذي عاش في حدود ٣٠٠ ق م . في الاسكندرية بمصر . وكان اسم كتابه (الأصول) الذي ترجم الى اللغة العربية في العصر العباسي والذي

كان أساس العلوم الهندسية عند العرب ، ومازال هذا الكتاب من أشهر الكتب الرياضية ، ومنه سميت الهندسة الاقليدية . ان هذا النوع من الهندسة ينطبق على المسافات الصغيرة على الارض فقط ، وهو غير صحيح بالنسبة للمسافات الكبيرة ، اذ أن الارض كروية وليست مسطحة . ويتبين خطأ الهندسة الاقليدية بصورة واضحة في المسافات الكونية الكبيرة اذ أثبتت النظرية النسبية (اينشتاين سنة ١٩١٦) تحذب أو انحناء الفضاء المحيط بالمادة . أما الهندسة الحديثة فتسمى بالهندسة اللااقليدية التي أبدعها العالم الرياضي ريمان في أوائل القرن التاسع عشر . هذا اضافة الى أن هندسة اقليدس لم تكن مبنية على الاستنتاج الرياضي المنطقي بصورة كلية ، اذ أنه كان يستخدم الرسوم كجزء من البرهان الاستنتاجي . ان أول علم هندسي مبني بصورة كلية على الاستنتاج الرياضي هو الهندسة التي أوجدها (هيلبرت) العالم الالماني الذي عاش الى اواسط القرن العشرين .

ان الوقت الطويل ، أكثر من ألفي سنة ، الذي استغرقه تكامل الهندسة المنطقي يدل على صعوبة التجريد المنطقي الكامل في الرياضيات البحتة . ان صعوبة التجريد هذه تشير الى ذلك الوقت الطويل جداً الذي استغرقته الرياضيات في التجريد الفكري الأول من الماديات والحسيات الى الفكرة المجردة الأولى في تطور علم العدد .

ان الاسكندرية بمصر كانت مركزاً مهماً في تاريخ تطور العلوم الرياضية ، اذ أن اقليدس كان قد كتب كتابه في الأصول الهندسية في الاسكندرية . وأن العالم الرياضي ارخميدس كان قد درس في الاسكندرية . أصبحت العلوم الرياضية في هذه الفترة علوماً بحتة وتطبيقية على يد ارخميدس (٢٧٨ - ٢١٢ ق م) اذ أنه كان قد اكتشف القاعدة المسماة بأسمه عن الاجسام الطافية كما ابتكر كثيراً من الآلات الميكانيكية التي تحتوي على العتلات والبكرات والمرايا الكبيرة .

إذا كانت أوروبا الحديثة والغرب بصورة عامة معتمداً على هذا الإنتاج الفكري اليوناني المهم ، فمن الذي جمع هذه العلوم وأضاف إليها وطورها وحفظها ثم نقلها بصورة كاملة إلى أوروبا ؟ إن العرب هم الذين قاموا بهذا الدور الحضاري المهم . إن العرب أضافوا إلى العلوم الرياضية اليونانية كانوا قد تأثروا بشكل مباشر بالعلوم البابلية التي كانت قد جاءت إليهم ثانية عن طريق الحضارة اليونانية والهندية . فإن العرب كانوا قد ورثوا الحضارة الانسانية بصورة متكاملة ومتطورة وأضافوا إليها الكثير الذي مازالت آثاره باقية حتى يومنا هذا . ولكن قبل أن تنتقل إلى دور العرب في جمع وتطوير العلوم اليونانية ، نسأل هل كان اليونانيون قد أخفقوا في تطوير جزء مهم من الرياضيات . نعم إن اليونانيين والرومان كانوا قد أخفقوا في ابتكار وتطوير أرقام تكون سهلة الاستعمال في العمليات الحسابية . إن إسهام العرب في تطوير

الارقام الحالية كان من أهم ما قدمه العرب لتقدم العلوم الرياضية وللحضارة العالمية بصورة عامة .

استخدم اليونانيون حروف الهجاء لكتابة الأرقام ووضعوا خطأ صغيراً يمين الحرف يدل على كونه رقمياً .

تدل الأحرف التسعة الأولى على الأرقام الآحاد والأحرف التسعة الثانية على أرقام العشرات ، وأضافوا ثلاثة أحرف جديدة إلى حروفهم البالغة (٢٤) حرفاً لتمثيل الأحرف التسعة الأخيرة المئات .

أما الأرقام الرومانية فتكتب بطريقة الخطوط العمودية ، واستعملوا الحروف الهجائية للترقيم أيضاً .
فإن الحرف (X) يشير إلى الرقم عشرة والحرف L يرمز للرقم (٥٠) والحرف (C) (١٠٠) والحرف (D)

إلى الرقم ٥٠٠ والحرف (M) للرقم

(١٠٠٠) • ولم يعرف اليونانيون أو الرومانيون
الصفّر أو المرتبة العددية وظل هذا النقص المهم حتى
انتشار الأرقام العربية في أوروبا سنة ١٢٠٠ م • ومن
هذا يتضح أن كتابة الأرقام واستعمالها في العمليات
الحسابية كان من الصعوبة بحيث أن الذين كانوا
يعرفون إجراء هذه العمليات بدقة وبسرعة كانوا أفراداً
قليلين • وللتغلب على هذه الصعوبة كان اليونانيون
والرومانيون يستعملون آلة العداد ، التي مازالت
تستعمل في تعليم الأطفال العد والعمليات الحسابية
ال بسيطة •

أن فيثاغورس الذي عاش في القرن السادس
قبل الميلاد لم تكن لديه أرقام يحسب بها بل أنه
كان يستعمل نقاطاً مرسومة على الرمل ، أو أنه كان
يستعمل الحصى الذي كان يضعه بمجاميع مختلفة • بينما
كنا قد ذكرنا أن البابليين كانوا قد طوروا أرقاماً كاملة
خاصة بهم وابتكروا الطرق الحسابية المستعملة لحد

الآن ، وكان قد تم كل ذلك قبل فيثاغورس بأكثر من
١٥٠٠ سنة •

ان انتشار العمليات الحسابية وتقدم الفكر
الرياضي في أوروبا لم يكن ممكناً الا بعد ادخال الارقام
العربية في القرن العاشر بعد الميلاد عن طريق اسبانيا
ولم يستتب استعمال الارقام العربية في أوروبا الا في
سنة ١٢٠٠ م • هنا يكمن أحد اسرار تقدم أوروبا
الحديثة ، وهذا هو احد المفاتيح الرئيسة لفكر الانسان
والتي قدمها العرب الى الغرب والى جميع العالم •

تفسير علمي لسقوط الامبراطورية الرومانية :

قبل أن نتقل الى دور العرب في تكوين الحضارة
الانسانية ، نود أن نلخص أهمية الرياضيات والعلوم
والفلسفة في تكوين حلقة الحضارة اليونانية والرومانية
وكيف ولماذا انتهت هذه الحلقة المهمة بسقوط
الامبراطورية الرومانية من الناحية العلمية • اذ ان
سقوط هذه الحلقة الحضارية هي أول وأهم برهان على

أهمية العلم والعلماء في تكوين الحضارات ونوعيتها ،
وان نهاية الرومان العلمية أدت باوربا الى ما يسمى
بالعصور المظلمة ولم تبدأ الحضارة الاوربية الحديثة الا
بعد ظهور أهمية الرياضيات والعلوم على أيدي غاليلو ومن
بعده نيوتن في منتصف القرن السابع عشر الميلادي •
بينما رافق العصور المظلمة الاوربية ازدهار حضاري
عربي اسلامي في البلاد العربية والشرق الاوسط وكان
سبب هذا الازدهار هو العلم والعلماء العرب
والمسلمون •

ان الحضارة اليونانية - الرومانية كانت قد
وصلت الى حد كبير من التطور التكنولوجي على يد
الرومان الذين اشتهروا ببناء الطرق المعبدة والجسور
والابنية الضخمة والسدود ومجاري المياه والمدن الكبيرة
والمسارح الجيدة ، ومازال القسم الكبير من هذه
الانجازات التطبيقية موجوداً لحد الآن • ان هذا هو
التطور التكنولوجي الهائل المتوقع انجازه من أي جهود

بشرية اذا كانت لديها القابلية الفكرية واذا كانت لديها
الاسس العلمية الصرفة التي تؤدي الى هذه الانجازات
التطبيقية . ان الاسس العلمية الصرفة والتطبيقية التي
بنى عليها الرومان كانت مستمدة من الحضارة اليونانية
الاولى وهذه بدورها قد أخذتها من الحضارة البابلية
والمصرية ، وكونت منها علوماً ذات أسس نظرية أدت
الى هذه الانجازات التكنولوجية الرومانية . وهنا
نذكر ثانية ماقاله العالم باستور عن العلاقة بين العلوم
الاساسية والعلوم التطبيقية ، اذ مثل هذه العلاقة
بعلاقة الثمرة بالشجرة ، وهنا نرى أن شجرة العلوم
البابلية المصرية اليونانية قد أثمرت الانجازات
التكنولوجية الرومانية . ومن هنا تأتي قوة الرومان
ويأتي ضعفهم أيضاً . فانهم اعتمدوا على العلوم التي
كانت قد تطورت قبلهم ، ولكنهم لم يضيفوا اليها أي
شيء جديد ، فلما استنفذوا كل الاسس العلمية القديمة
لم يكن لديهم مايننون عليه حضارة مستمرة ومتميزة

بمعرفة علمية جديدة • فانهم كانوا يفتخرون باتجاههم
التطبيقي اذ قال (سيسيرو) : نحن نشكر الآلهة أن
أفراد بلدنا لم يكونوا جماعة خياليين تأملين مثلما كان
الاغريق ، بل انهم استخدموا الرياضيات الاغريقية
لأغراض مفيدة • ومن هذا يتبين لنا أن الرومانيين
كانوا مهتمين فقط بالأمور النفعية للعلوم ولم ينتبهوا الى
أهمية انتاج أفكار علمية جديدة ، والحقيقة أنهم أهملوا
او احتقروا العلماء ، فعند احتلالهم لليونان دخل أحد
جنود الرومان على أرخميدس في بيته وقتله بينما
كان هذا العالم منهمكاً في حل مسألة رياضية هندسية
صرفة كان قد رسمها على الرمل ، وكان ذاك في سنة
٢١١ ق م • قارنوا هذا الحادث مع ما كتبه الخوارزمي
في سنة ٨٢٥ م • في مقدمة كتابه الجبر والمقابلة حيث
يذكر أن الذي شجعه على كتابة هذا الكتاب هو
التقدير العظيم الذي يكنه الخليفة المأمون للعلم
والعلماء ، كما سيرد ذكره فيما بعد •

ان الاتجاه التطبيقي المحض في العلوم عند الرومان هو الذي أحدث العقم العلمي عندهم . اذ عثنا نبحث عن أي عالم أو فيلسوف روماني له نفس أصالة أفلاطون أو أرسطو أو ارخميدس أو بطليموس . وكان اعتمادهم على الفكر اليوناني اعتماداً كلياً ، اذ عندما أراد القيصر او غسطس أن يقوم بمسح عام للإمبراطورية الرومانية استدعى أحد الخبراء من الاسكندرية ، وعندما أراد يوليوس قيصر ان يحسن التقويم السنوي فانه أيضاً استدعى أحد الخبراء من الاسكندرية في مصر . ولكن عندما أدت الفطرسنة الرومانية الى انتهاء منبع العلم والقضاء على العلماء والخبراء كانت قد انتهت الامبراطورية الرومانية وانتهت معها حقبة حضارية مهمة وكانت قد بدأت العصور المظلمة في أوروبا التي دامت ألف سنة من ٤٥٠ الى ١٤٥٠ بعد الميلاد . وكان قد ظهر ابان هذه الحقبة الطويلة الحلقة الحضارية العربية الاسلامية التي تطورت بسبب

تكريم العلم والعلماء • هذه الحلقة الحضارية التي بنيت على العلوم السابقة ولكنها أضافت اليها علوماً كانت هي الاسس في ظهور حلقة الحضارة الحديثة التي مازالت مستمرة لحد الآن وستبقى مستمرة في تطور متزايد الا اذا قضت عليها خلافات الدول الكبرى •

الحضارة العربية الاسلامية :

ان ظهور حلقة الحضارة العربية الاسلامية كان قد حصل ابان العصور المظلمة في أوروبا • ان دراسة هذه الحضارة من جميع جوانبها وتوضيح دور العرب والمسلمين في استمرار وتطوير الحضارة العالمية والانسانية له أثر بالغ في تكوين نهضتنا الحالية في تكوين الشخصية العلمية العربية الجديدة ، بانها شخصية منفردة في نوعها اذ أنها معتمدة على تراث قديم وأصيل كان قد بدأ في العراق وفي مصر ووصل ذروته في بغداد في القرن التاسع الميلادي • ان العرب المسلمين هم الورثة لحضارة وادي الرافدين وحضارة وادي

النيل • وانهم اضافوا الى جانب هاتين الحضارتين حضارة اليونان وحضارة الهند • ومن هذا نرى أن الحضارة العربية الاسلامية كانت قد بدأت في مرحلة متطورة من المعرفة الانسانية كان قد شارك في انتاجها اقوام عديدون مختلفون في لغاتهم وأجناسهم واديانهم • فكيف تمكن العرب المسلمون من انتاج حضارة خاصة بهم و متميزة عن تلك الحضارات الكثيرة التي سبقتهم ؟

كان العرب المسلمون قد تمكنوا من صهر تلك الحضارات المختلفة وتكوين حلقة حضارية جديدة للأسباب الآتية :-

١ - انهم كانوا سمحين في معاملتهم للأقوام الأخرى التي جاءت تحت نفوذهم ، مما سهل على تلك الشعوب الاشتراك في تكوين العلوم العربية الجديدة • ان هذا التسامح العربي الاسلامي كان له الأثر الأول في تقدم العلوم في التاريخ البشري ، اذ كان قد أظهر

ولأول مرة الخاصة المهمة للعلم ألا وهي الخاصة العالمية • هذه الخاصة التي هي الآن أهم خصائص العلم الحديث • وبهذا كان العرب المسلمون قد أزالوا التميز العنصري في العلوم وغير العلوم • وبهذا فهم أيضاً كانوا قد وحدوا الجهود البشرية المختلفة لأنتاج علم جديد ولنفع البشرية جمعاء •

٢ - قابلية اللغة العربية الكبيرة في استيعاب اللغات الأخرى • ان العرب كانوا قد ترجموا الى اللغة العربية جميع ما كان موجوداً في اللغات اليونانية والرومانية والسريانية والهندية والفارسية ، وبهذا أصبحت اللغة العربية لغة التخاطب بصورة عامة ولغة التأليف بصورة خاصة فكان العلماء من الاقوام الأخرى يؤلفون كتبهم باللغة العربية • ان وجود اللغة العلمية كان له الأثر الكبير في جمع العلوم وتقديمها وأصبحت اللغة العربية الوسيلة الأولى لنقل العلوم في جميع أنحاء العالم • ان هذه هي الخاصة الأخرى والمهمة للعلوم

ألا وهي وجود طريقة للتخاطب والتأليف العلمي ، ولم يحصل هذا الأمر ثانية في تاريخ العلوم الا في القرن العشرين حيث أصبحت اللغات الاوربية الحديثة لغات نقل العلوم وأصبحت اللغة الانكليزية لغة التخاطب في كثير من المؤتمرات العلمية العالمية ، وينشر الآن حوالي سبعين بالمئة من البحوث والمؤلفات العلمية باللغة الانكليزية .

ان ماكتب عن الحضارة العربية الاسلامية كثير جداً ولكننا نود أن نذكر هنا مايبين لنا المساهمة العربية الاسلامية في تطوير الطريقة العلمية وفي اسلوب الابتكار العلمي . ويمكننا أن نوجز تلك المساهمة الكبيرة في النقاط الاتية .

١ - التقدم النظري :

- أ - تقدم العلوم الرياضية وعلم الفلك .
- ب - تقدم الفيزياء النظري .
- ج - التقدم النظري في الكيمياء .

- د - التقدم النظري في الطب •
- ٢ - التقدم في العلوم التجريبية ، ادخال التجربة العلمية في البحث العلمي •
- أ - التقدم في الكيمياء التجريبية •
- ب - التقدم التجريبي في الفيزياء والفلك •
- ١ - تجارب ابن الهيثم •
- ٢ - تجارب الخازن •
- ٣ - موسى بن شاكر وأولاده ، كتاب في الميكانيك •
- ٤ - انجازات البتاني في الفلك •
- ٥ - بحوث البيروني •
- ٦ - بحوث ابن النفيس •
- ج - التقدم في الطب •
- ٣ - تشجيع الدولة العربية الاسلامية للعلم والعلماء •

ونود أن نذكر شيئاً موجزاً عن كل من هذه

النقاط : ١ - التقدم النظري : ١ - تقدم العلوم

الرياضية وعلم الفلك :

لقد تم استكمال تطور الأرقام الهندسية إلى الأرقام العربية بنوعها التي تستعمل في الوقت الحاضر في جميع أنحاء العالم ، النوع المستعمل في الشرق الأوسط ، والنوع المستعمل في شمال إفريقيا (الأرقام الفبائية) التي انتقلت إلى أوروبا . يقول مؤرخ الرياضيات (كاجوري) (ان المعجزة في قوة الحسابات الحديثة تعزى إلى ثلاثة ابتكارات وهي الأرقام العربية والكسور واللوغارتمات) وتطور على الجبر والهندسة بشكل كبير ، فكتت الخوارزمي سنة ٨٢٥ م كتابه المسمى (الجبر والمقابلة) اذ طور فيه علم الجبر إلى علم مستقل بذاته منفصل عن الحساب . ومن الأمور الرياضية الصرفة التي اشتغل العرب والمسلمون بها كانت الأعداد الصماء ، والحلول المنهجية لمعادلات الدرجة

الاولى والثانية والثالثة ، وحساب الجيوب والظللال
وبذلك طوروا علم المثلثات : وبعض القيم الرياضية مثل
النسبة الثابتة التي حسبوها الى ١٧ مرتبة عشرية .

وأول استعمال للرموز في العمليات الجبرية كان من
قبل أبي الحسن القلصاوي (القرن الخامس عشر
الميلادي) وبين ثابت بن قرة (القرن التاسع الميلادي)
العلاقة بين الجبر والهندسة فهياً بذلك لأبتكار الهندسة
التحليلية ، وحل بعض المعادلات التكميية بطرق
هندسية . وبحث البتاني (القرن التاسع الميلادي) في
المثلثات الكروية ، وتمكن موسى بن شاكر واولاده ،
بأمر من المأمون ، من قياس محيط الارض الذي حققه
فيما بعد البيروني (القرن العاشر) بطريقة جديدة .
وكان كل من البيروني وابن الهيثم يعتقد بكروية
الارض ، ويعتقد ابن الهيثم بدورانها حول نفسها .

وكان عمر الخيام (١٠٤٨ - ١١٣١) يبحث في
النسب الجبرية وفي فرضية المتوازيات الاقليدية وفي

طرق استخراج الجذور لأية درجة • وقال أحد علماء
جامعة كمبرج في الرياضيات بأنه لو كان عمر الخيام في
عصرنا هذا لحاز على جائزة نوبل في الرياضيات •

ب - تقدم الفيزياء النظري :

ألف ابن الهيثم (٩٦٥ - ١٠٩٣ م) كتاب
(المناظر) الذي كان أساس علم الضوء الحديث • وشرح
طبيعة الرؤيا فقال (ان الضوء عامل خارجي يحدث
الاحساس البصري) أي أنه يأتي من الجسم المرئي الى
العين • ان أول من قال بهذا الرأي كان فيثاغورس الا
أن هذه الفكرة انطمرت واحياها ابن الهيثم بعد أكثر من
ألف سنة ، ودرس الظل وشبه الظل ، وفسر انعكاس
الضوء وانكساره تفسيراً صحيحاً فهو يشبه انعكاس
الضوء عن السطح الصقيل بارتداد الكرة عند اصطدامها
بجسم صلب ، وهذا يشابه التفسير الذي اتى به
نيوتن (القرن السابع عشر) في نظرية الجسيمات
للضوء • وذهب ابن الهيثم الى أن سرعه الضوء محدودة

(وهذه هي أهم فرضيات النظرية النسبية الحديثة والتي تحقت تجريبياً) وفسر سبب انكسار الضوء بأنه يعزى الى اختلاف سرعة الضوء في الوسطين الشفافين الذي يمر بهما ، وأن سرعته في المشف (السائل) الألفظ أعظم من سرعته في المشف الاغلف ، وحينما ينفذ الضوء من المشف الألفظ الى الأغلف فانه ينعطف نحو العمود • ان موضوع اختلاف سرعة الضوء في السوائل المختلفة ظهر مرة اخرى في القرن السابع عشر حيث كان الجدل قائماً بين نيوتن صاحب فرضية أن الضوء مكون من جسيمات صغيرة وبين (هوبكنز) السني اقترح بأن الضوء مكون من أمواج وأستمر هذا الجدل حتى اوائل القرن العشرين •

وكان ابو الفتح عبدالرحمن الخازن (القرن الثاني عشر الميلادي) أول من أوجد علم ميكانيك السوائل (الهايدروستاتيك) اذ درس مقاومة السوائل للحركة فيها • ودرس مركز الثقل وعلاقة ثقل الاجسام ببعضها

عن مركز الارض • ودرس نظام العتلات وقال (اذا
تعادل جسمات بثقلهما في نقطة مفروضة ، فان نسبة ثقل
أحدهما الى ثقل الآخر كنسبة قسيمي الخط الذي يمر
بتلك النقطة ويمر بمركز ثقلها •)

ج - التقدم النظري في الكيمياء :

لقد أوجد جابر بن حيان (القرن الثامن) نظرية
تكوين العناصر (المعادن ، الفلزات) من الكبريت
(الذي يمثل النار) والزئبق (الذي يمثل السائل)
بنسب مختلفة واطاف العلماء العرب بعده مادة الملح
(الذي يمثل المادة الصلبة) وظلت هذه النظرية تدرس
في أوروبا حتى القرن السابع عشر •

د - التقدم النظري في الطب :

من هنا ورغم أن الطب كان ومازال علماً تجريبياً في
أساسه الا أن هذا العلم بدأ يتركز على العلوم
الاساسية ، (الكيمياء والفيزياء والرياضيات) ، في

الوقت الحاضر • وان العرب المسلمين كانوا قد أوجدوا بعض النظريات الصحيحة في هذا المجال ، ومنها أن الرازي (٨٠٤ - ٩٣٣ م) كان قد أدرك أثر الحالة النفسية في العلاج فقد ورد في أحد كتبه قوله : على الطبيب ان يهتم مريضه الصحة ويرجيه بها وان لم يثق بذلك ، فمزاج الجسم تابع لأخلاق النفس • وهذا هو بعينه ما يسمى حديثا بعلم الطب النفساني ، وهو كذلك أول الدراسات الحديثة عن تأثير العقل على الجسم ، اذ أن الافرازات والفعاليات الهرمونية تتأثر لدرجة كبيرة بالحالة النفسية • ان الرازي كان أول الاطباء الذين استخدموا معلوماتهم الكيميائية في الطب •

أما ابن سينا (٩٨٠ - ١٠٣٦) فكان أول من أشار الى عدوي الامراض وانتقالها بالماء والغبار ، ولم يعتقد الغربيون بالعدوى الا بعد اكتشاف باستور

للجراثيم ، وكذلك درس ابن سينا الاضطرابات
العصية .

٢ - التقدم في العلوم التجريبية - ادخال التجربة العلمية في البحث العلمي .

أما من ناحية التقدم التجريبي فان العلماء العرب
والمسلمين هم أول من أدخل التجربة العلمية كأداة
للمبرهنة على النظريات أو بغرض تحقيق أفكارهم في
العلوم المختلفة ، وكانوا قد صمموا تجارب وأجهزة علمية
مازالت صحيحة . وهذا هو اكبر تطور في تاريخ العلم ،
اذ كان العلماء اليونانيون يحتقرون التجارب ولم يبرع
الرومان في تصميم تجارب هادفة ، ولكن العرب المسلمين
أدخلوا التجربة وربطوها بالفكرة العلمية . ونود أن
نوجز الانجازات التجريبية كما يلي :-

١ - التقدم في الكيمياء التجريبية :-

يعد جابر بن حيان (٧٣٧ - ٨١٣ م) أب الكيمياء
العربية ومهيتاً لظهور الكيمياء الحديثة . فقد قال أحد

كتاب تاريخ العلوم (بأن لجابر بن حيان في الكيمياء ما
لأرسطو في المنطق) •

لقد أعتمد جابر في بحوثه على التجربة وكان يوصي
تلاميذه بقوله (وأول واجب أن تعمل وتجري
التجارب ، لأن من لا يعمل ويجري التجارب لا يصل
الى أدنى مراتب الاتقان • فعليك يا بني بالتجربة لتصل
الى المعرفة) ووضع جابر قواعد التجربة العلمية في
بعض كتبه مثل كتاب نهاية الاتقان ورسالة الاقران ،
وكتاب المباحث ، وذكر في كتاب (العلم الالهي) وصايا
وتعليمات للباحث العلمي ، ومنها : ١ - عين الغرض
من التجربة واتبع التعليمات الخاصة بها • ٢ - تجنب
المستحيل وما لافائدة منه • ٣ - اختر للتجربة الوقت
الملائم لها • ٤ - كن صبوراً ومثابراً وصامتاً
متحفظاً • ٥ - لاتفتقر بالظواهر لأن هذا يؤدي
بتجربتك الى نتيجة خاطئة •

ان كلا من نيوتن و (فان هوف) (اواخر القرن التاسع عشر) كان قد وضع تعليمات تبين أسلوب البحث العلمي سوف تقارنها مع تعليمات جابر هذه ، وسوف نرى أن جميع هذه التعليمات متشابهة لأنها كانت قد أتت من علماء لهم نفس المقدرة العلمية تقريباً رغم اختلاف الزمان والمكان ، ولكن العقلية العلمية هي عقلية واحدة . وتأكيداً لأهمية التجربة فان جابر يذكر في كتاب المباحث (كم من عالم دارس اذا بلغ الى العمل وقف ، فيكون أصحاب الصناعة أتقذ في ذلك الامر من العالم الفائق .) هذا هو الفرق بين العلوم العربية الاسلامية التي أكدت أهمية التجربة المرافقة للنظرية والعلوم اليونانية التي كانت تأملية تعتمد على الفكر الفلسفي فقط . وان جابر كان قد أكد أهمية النظرية أيضاً فهو يقول (العلم سابق ، وكل من لم يسبق الى العلم لم يمكنه الاثيان ، وذلك لأن العلل انما تبرز الصورة في المادة على قدر ماتقدم من العلم .) ان هذا

هو قول عظيم في أهمية العلم النظري الذي يجب أن يسبق التجربة ، ولا يمكن اجراء أي تجربة بدون فكرة نظرية . يقول اينشتاين في هذا المعنى (ان النظرية هي التي تحدد ما يمكن مشاهدته .) ويقول جابر في هذا المعنى في كتاب الخواص (والله قد عملته بيدي وبعقلي من قبل) أي أنه يضع النظرية بعقله ثم يعمل بموجبها .

ان انجازات جابر بن حيان العملية كثيرة جداً منها : تحضير حامض الكبريتيك وحامض النايتريك والماء الملكي الذي هو خليط من حامض النايتريك والهيدروكلوريك والذي استعمله جابر لأذابة الذهب ، وفصل الذهب عن الفضة ، وكشف عن الصودة الكاوية ودرس خواص ومركبات كثير من العناصر مثل الكبريت والزئبق (واوجد نظرية تكوين العناصر (المعادن) التي أشرنا اليها سابقاً) . وبحث جابر في السموم وله كتاب (السموم ودفع مضارها) الذي كان له الاثر الكبير في علوم الطب والصيدلة الحديثة .

كان جابر يعتقد بإمكانية تحول العناصر (المعادن) الى بعضها من الناحية النظرية والعملية وذلك بأضافة محلول خاص يسمى بالاكسير الذي يمكن تحضيره من مواد مختلفة نباتية وحيوانية ومركبات غير عضوية على المعادن الرخيصة مثل الرصاص والقصدير والنحاس يحولها الى ذهب وفضة ، وذلك لأن جابر كان يعتقد بأن المعادن (العناصر) مكونة من كبريت وزئبق بنسب مختلفة ، فعليه يمكن تغير هذه النسب بواسطة عامل مؤثر (مساعد) وهو الاكسير . ولو أنه كان من المستحيل تحقيق هذا التحول في زمن جابر الا أن أبحاث جابر وغيره في هذا الاتجاه كانت قد أدت الى الاكتشافات العملية الكثيرة التي هيات ظهور الكيمياء الحديثة . ان تحول العناصر الى بعضها قد تحقق في اوائل القرن العشرين بواسطة تأثير الجسيمات الذرية الصغيرة العناصر . وبهذا يكون قد تحقق حلم جابر وكل من سبقه في هذا المضمار .

ان موضوع تحويل العناصر الى بعضها كان قد
هيمن على الفكر العلمي منذ أقدم العصور ، اذ كانت
الرغبة في تحويل المعادن الرخيصة الى ذهب . ان هذه
الفكرة كانت موجودة عند البابليين والهنود والصينيين
واليونانيين ، ولكنها كانت فكرة خيالية تفسيرية ولم
تجر أي تجربة للتحقق من الفكرة . انتقلت هذه الفكرة
الى الاسكندرية بمصر حيث تحولت الى فكرة سحرية
اسطورية وأجريت التجارب بالاسلوب السحري
الخرافي . وظلت على هذه الحال الى أن انتقلت الى
بغداد حيث أزيلت عنها المعتقدات السحرية وأجريت
عليها تجارب عملية بقصد التعرف على سلوك الطبيعة
بأمانة وإخلاص . ولو أن بعض الطماء العرب المسلمين
لم يعتقدوا بإمكانية تحويل العناصر الرخيصة الى
ذهب ، أمثال الكندي وابن سينا ، والبيروني ، الا أن
هذه الفكرة انتقلت الى اوربا حتى عصر بويل (القرن
السابع عشر الذي وقف ضد نظرية العناصر الاربعية

وغيرها من النظريات بما فيها تحويل العناصر ، الا أنه كان يشتغل سراً في عملية هذا التحويل •

ان استمرار فكرة تحويل العناصر تدل بوضوح على أهمية الفكرة في تسيير وتوجيه الجهود العلمية النظرية والعملية ، حتى وان كانت الفكرة خاطئة من الاساس ، ولكن هذا هو أسلوب البحث العلمي أو طبيعة الطريقة العلمية • وسوف نشير الى فكرة خاطئة أخرى سيطرت على العقل البشري لمدة أكثر من ألفي سنة ألا وهي فكرة الاثير ، التي دحضها اينشتاين في نظرية النسبية سنة ١٩٠٥ • وهناك أفكار علمية أخرى خاطئة أيضاً ولكن اعتقد بها علماء كبار وذلك لعدم وجود ما يحل محلها في أسلوب التفسير العلمي ، فلاضير اذا اعتقد جابر وغيره من العلماء في نظرية تحويل العناصر بالطرق التي كانت متوفرة لديهم • وعلى أي حال ان هذا التحول كان قد تحقق بواسطة الابحاث الذرية الحديثة •

لقد ابتكر جابر بن حيان ماسماه بعلم الموازين في الكيمياء (كتاب الموازين) ، والمقصود به معادلة مافي المعادن من خواص ورد جميع الاشياء الى نظام من الكمية والقياس فنحصل بذلك على علم مضبوط ، وبهذا يكون جابر قد وضع الاسس لكيفية تحضير مواد جديدة ذات خواص معينة بالاعتماد على خواص المواد المستعملة ونسبها في المادة المحضرة وكذلك يكون قد أوجد الكيمياء التحليلية الكمية الحديثة وخصوصاً وأنه كان يستعمل ميزاناً حساساً في أبحاثه .

كان جابر قد قسم المواد الكيمياوية المعروفة لديه الى أربعة اقسام أساسية حسب خواصها ، وكذلك قسم المواد المعدنية لكثرتها ولتباين خواصها الى ست طوائف وبهذا يكون جابر قد اتبه الى أهمية تصنيف المواد وجعلها في مجاميع متشابهة ، اذ أن هذه الفكرة بذاتها أدت الى اكتشاف الجدول الدوري والى القانون الدوري في بناء العناصر حسب التركيب الالكتروني الحديث .

ولهذا كله يمكننا أن نقول ان جابر بن حيان كان أول من وضع أسس البحث العلمي الصحيح أي أول من شرح الطريقة العلمية وليس كما يدعي الغريون بأنه فرانسيس بيكون (١٥٦١ - ١٦٢٦ م) أول من وضع اسس الطريقة العلمية ، واننا سنرجع الى هذا الموضوع عندما سنلخص هذه الطريقة في آخر هذه الاحاديث • ولكن يقول سارتون مؤرخ العلوم عن جابر (ان جابر كان شخصية فذة ومن أعظم الذين برزوا في ميدان العلم في القرون الوسطى ، واليه يعود الفضل في حمل عصبه من التلاميذ المجتهدين على متابعة البحوث عدة قرون فمهدوا بذلك لعصر العلم الحديث •)

ب - التقدم التجريبي في الفيزياء والفلك •

لقد اتبع الحسن بن الهيثم (٩٦٥ - ١٠٣٩) طريقة واسلوب جابر في البحث العلمي ، اذ أنه اعتمد على الدقة والتجربة والقياس ، وقد لخص طريقته في

البحث بقوله (نبتدىء في البحث باستقراء الموجودات
وتصفح أحوال المبصرات ، وتميز خواص الجزئيات ،
ونلتقط باستقراء ما يخص البصر في حالة الابصار ، وما
هو مطرد لا يتغير ، وظاهر لا يشتبه في كيفية الاحساس ،
ثم تترقي في البحث والمقاييس على التدرج والترتيب ،
مع انتقاد المقدمات والتحفظ من الغلط في النتائج ،
ونجعل غرضنا في جميع ما نستقرئه وتصفححه استعمال
العدل ، لاتباع الهوى ، وتحرى في سائر مانيئزته
وننتقده طلباً للحق ، لا الميل مع الآراء •) ان هذه الطريقة
في البحث العلمي المعتمد على الاستقراء - اي الاستنتاج
بالقرينة وهو التوصل الى القوانين العامة عن طريق
مشاهدة بعض الحقائق وتعميم العلاقة بينها على الحقائق
الاخري المشابهة ولكنها غير المشاهدة - هي طريقة
غير كافية لاكتشاف العلمي الكامل ، ولكنها كخطوة
أولية لاكتشاف الطبيعة معرضة للخطا كما سنشرحه فيما
بعد • ولكن المهم في طريقة جابر والتي اتبعها ابن الهيثم

هو التأكيد على أهمية التجربة الدقيقة ، ولو أن كلا
منهما كان يفكر ويدرس بعقله وتصوره التجربة التي
سيقوم بها ، حيث كنا قد ذكرنا قول جابر (والله قد
عملته بيدي وبعقلي من قبل •) ويقول ابن الهيثم في
هذا المعنى (اني لم ازل منذ عهد الصبا متروياً فسي
اعتقادات الناس وتمسك كل فرقة منهم بما تعتقده ،
متشككاً في جميعه ، موقناً أن الحق واحد ، فرأيت أني
لا أصل الى الحق الا من آراء يكون عنصرها الامور
الحسية وصورتها الأمور العقلية •) أي أنه أيضاً
يؤكد التصور العقلي لأموال البحث العلمي ، وهذا هو
المهم جداً في اسلوب البحث العلمي وهو أساس
الطريقة العلمية ، وكان (فان هوف) قد كتب مقالة
خاصة عن (التصور في العلوم) والتي سنشير اليها •
ويمكننا أن نلخص أهم انجازات العلماء العرب
المسلمين في الفيزياء التجريبية والفلك بمايلي :-

١ - تجارب ابن الهيثم :

أ - اكتشافه تجريبياً القانون الثاني
للانكسار الذي ينص على أن الشعاع الساقط والعمود
على السطح الفاصل بين الوسيطين من نقطة السقوط
والشعاع المنكسر كلها تقع في مستوى واحد •

ب - اكتشافه قاعدة قبول العكس فيما يتعلق
بانكسار الضوء وانعكاسه ، أي أن الضوء يأخذ نفس
مساره اذا سقط من وسط شفاف على وسط شفاف
آخر وانكسر فيه أو سقط من الوسط الثاني وخرج
منكسراً الى الأول ، حيث تكون زاوية السقوط في
الحالة الثانية تساوي زاوية الانكسار في الحالة
الاولى •

ج - درس انعكاس الضوء عن المرايا
المستوية والكروية - المقعرة والمحدبة - والاسطوانية
وتكوين الصور بواسطتها • لقد أدت به هذه الدراسة
الى اكتشاف أهمية العدسات في القراءة ، اذ أنه كان قد

صنع أول عيّنات لغرض تقوية العيون في القراءة
والكتابة •

د - درس القضية المسماة باسمه (مسألة
ابن الهيثم) وهي اذا علم موضع نقطة مضيئة ، فكيف
نجد صورتها المتكونة بواسطة مرآة كروية أو اسطوانية ،
مما يشير الى أنه كان يعرف بؤرة المرآة المقعرة •

هـ - أجرى تجارب على الحجرة المظلمة
المحتوية على ثقب في أحد جدرانها ودرس مسير
الضوء فيها وتكوين صورة على الجدار المقابل للثقب ،
واستنتج من ظاهرة الظلال على أن الضوء يسير بخطوط
مستقيمة • ان هذه التجربة تستعمل في الوقت الحاضر
للبرهنة على الخاصية الموجية للضوء ، اذ أنه من
المعروف أن الضوء مكون من جسيمات تسمى الفوتونات
وهذه لها خواص موجية أي ان الضوء له خاصية
الجسيم - الموجية الثنائية •

٢ - تجارب الخازن •

وهو ابو الفتح عبدالرحمن بن المنصور الخازن
ظهر في النصف الاول من القرن الثاني عشر الميلادي •
أجرى تجارب فيمالي :

أ - تجارب في ميكانيك السوائل فقال

اذا تحرك جسم ثقيل في أجسام رطبة (سائلة) فان
حركته فيها بحسب رطوبتها ، فتكون حركته في الجسم
الارطب أسرع •

ب - بين الخازن أن قاعدة ارخميدس تنطبق
أيضاً على الاجسام الموجودة في الهواء ويعتمد وزن
الجسم على كثافة المزاح - هواء ألطف وهواء اكثف •

ج - عين الوزن النوعي لكثير من المواد ،
وقارن نتائجهم ونتائج غيره - البيروني - ان نتائجهما
متفقة مع النتائج الحديثة ضمن الخطا التجريبي •

د - ألف كتاباً في الفلك سماه (الزيج
المعتبر السنجاري) سجل فيه مواضع النجوم لسنة
١١١٥ - ١١١٦ ، وجمع فيه أرصاداً دقيقة • واحتوى
الكتاب على معادلات لايجاد الزمن اعتماداً على خط
عرض مدينة مرو (خراسان) •

٣ - ألف موسى بن شاكر واولاده كتاباً في
(الحيل) يبحث في الميكانيك والتراكيب الآلية •
٤ - انجازات البتاني في الفلك :

وهو ابو عبدالله محمد بن جابر بن سنان البتاني ،
ولد في بتان احدى نواحي حران (القرن التاسع
الميلادي) • ألف كتاباً فلكياً سماه (الزيج الصابي) •
بحث البتاني في قياس الزمن برصد ارتفاع الشمس ،
وطول السنة الشمسية ، حيث وجدته يساوي ٣٦٥ يوماً
و ٦ ساعات و ١٤ دقيقة و ٢٦ ثانية • وقاس البتاني الميل
الاكبر أي الزاوية بين مستوى مدار الارض ومستوى
خط الاستواء فوجدتها ٣٥ ، ٢٣ • صحيحة الى دقيقة
واحدة •

٥ - بحث البيروني (٩٧٣ - ١٠٤٨ م) في
هيئة العالم وحركته وكروية الارض والسماء • استنتج
البيروني من رصد الكسوف والخسوف أن الشمس
أكبر من الارض ، والارض اكبر من القمر ، واعطى
تعليلاً صحيحاً للشفق والغسق •

٦ - ابن يونس (المتوفي عام ١٠٠٩ م ، ٣٩٩ هـ)
وهو ابو سعيد عبدالرحمن بن أحمد بن يونس ، ولد
في مصر ، اشتغل فلكياً في مرصد على جبل المقطم قرب
القاهرة • ألف زيجاً كبيراً سماه (الزيج الحاكمي) •
ومن أهم انجازاته هو أنه أول من استعمل الرقاص
(البنول) لقياس الفترات الزمنية في الرصد ، وهي
أول طريقة لقياس الزمن بصورة دقيقة لأنها تتبع حركة
الرقاص المنتظمة ، وسوف نرى في النظرية النسبية مقدار
الزمن يعتمد على حركة الجسم •

ج - التقدم في الطب •

لقد تقدم الطب الى درجة كبيرة على أيدي العرب المسلمين وذلك بالاعتماد على التجربة والملاحظة الدقيقة • ومن أشهر الاطباء كان :

الرازي (٨٥٤ - ٩٣٢ م) اذ ألف الكثير من الكتب في الطب والكيمياء ، من أشهرها (الحاوي في الطب) شرح فيه مختلف الامراض التي تصيب الجسم وكل عضو على انفراد • وهو أول من شرح وميز بين الحصبة والجذري • وألف كتاب (منافع الاغذية) ، وهو أول من استعمل خيوطاً حيوانية في خياطة الجروح •

الزهراوي (٩٣٦ - ١٠١٣ م ، قرطبة - الاندلس) كان بارعاً في الجراحة ، وألف كتاباً في الطب يقسم فيه هذا العلم الى ثلاثة أقسام ١ - الطب الداخلي ٢ - تحضير الادوية ٣ - فن الجراحة ،

وهذه هي بداية التخصص في الطب ، يحتوي الكتاب على رسوم كثيرة للآلات الجراحية ، واكد أهمية دراسة التشريح •

ابن سينا (٩٨٠ - ١٠٣٦ م) وهو (الشيخ الرئيس) في الطب والعلوم • ان أهم مؤلفاته كان (القانون في الطب) يبحث في الفسلجة والصحة والأمراض والأدوية • وكشف دودة مرض الانكلستوما وسماها الدودة المستديرة • وبحث في النباتات وخاصة الطيبة منها ، اذ وصفها بصورة دقيقة وقارن بينها ، وكذلك درس الحيوانات وصفها وبحث في التشريح المقارن بين الحيوانات •

ابن البيطار (١١٧٩ - ١٢٤٨ م ، مالقة - الاندلس) ألف كتاب (الجامع لمفردات الأدوية والأغذية) وصف فيه أكثر من ١٤٠٠ عقار نباتي وحيواني ومعدني • وألف كتاب (المغني في الأدوية المفردة) بين فيه أثر الدواء في كل عضو من الجسم •

ابن النفيس (١٢١٠ - ١٢٩٨ م • دمشق)
الف موسوعة طيبة وهي (الشامل في الطب) ، اكتشف
الدورة الدموية الصغرى • انتقل الى القاهرة وعمل
فيها حتى اصبح رئيس أطباء مصر •

ان العلم يتطور بواسطة التفاعل المتبادل والمستمر
بين النظرية والتجربة ، وقد تبين لنا هذا بصورة
واضحة من اسهامات العرب والمسلمين في جميع فروع
المعرفة العلمية • ان هذا التفاعل المتبادل بين النظرية
والتجربة هو أساس الطريقة وهو أيضاً أسلوب الابتكار
في العلوم • ولكن العلم كما قلنا في أول هذه الاحاديث
هو فعالية أو ظاهرة اجتماعية • وإذا يجب أن يكون
هناك عامل آخر ، غير الفرد العالم المبتكر ، يؤثر على
الاتاج العلمي للفرد ، وهذا العامل يؤثر بالتالي على
الطريقة العلمية نفسها • ان هذا العامل الآخر هو
المجتمع نفسه والدولة التي تقود ذلك المجتمع • فان
العلم ينمو بواسطة الطريقة العلمية وبتشجيع من

للدولة والمجتمع • وهذا ما حصل فعلا ابان العصر
الذهبي للدولة العربية الاسلامية • ونود أن نذكر
هذا في الاسهام الثالث للعرب المسلمين في تطوير
العلم وفي تطبيق الطريقة العلمية :

٣ - تشجيع الدولة العربية الاسلامية للعلم
والعلماء •

ان الدولة العربية الاسلامية هي أول دولة في
التاريخ تشجع العلم وتكرم العلماء بشكل واسع ،
يكتب الخوارزمي في هذا المضمون في مقدمة كتابه
(الجبر والمقابلة) (وقد شجعتني مافضل الله به
الامام المأمون أمير المؤمنين مع الخلافة التي حاز له
ارثها وأكرمه بلباسها وحلاه بزينتها ، من الرغبة في
الأدب وتقريب أهله وادنائهم وبسط كنفه لهم ومعوته
إياهم علي ايضاح ماكان مستبهما وتسهيل ما كان
مستوعرا ، على أن ألقت من كتاب الجبر والمقابلة كتابا

مختصراً ٠٠٠٠) وبسبب هذا التشجيع للعلم والعلماء
ازدهرت الحضارة العربية الاسلامية في جميع البلدان
التي حل فيها العرب المسلمون •

ونود أن نذكر بعض الامور العلمية التي ساعدت
فيها الدولة :

١ - تعزید وتشجيع الترجمة • كانت جميع
العلوم واشكال المعرفة قد نقلت من اللغات الأخرى
الى العربية وخصوصاً في عهد المنصور والرشيد
والمأمون • وكان النساطرة وعلى رأسهم حنين بن
اسحق (٨٠٩ - ٨٧٧ م) من أهم المترجمين ، وواصل
عمله ابنه اسحق على أرس مجموعة من ٩٠ مترجماً •

٢ - بنى المأمون (بيت الحكمة) حوالي سنة
٨٢٨ م لتكون مركز دراسة للعلوم • وارسل بعثات الى
القسطنطينية وصقلية والهند للحصول على الكتب
وترجمتها •

٣ - بنى المأمون مرصداً في بغداد وآخر في دمشق .

٤ - تشجيع الصناعة ، اذ كان قد بنى أول مصنع للورق في سمرقند سنة ٧٥١ وآخر في بغداد سنة ٧٩٣ م .

٥ - بنى الخليفة الحاكم بأمر الله في مصر (بيت العلم) (القرن العاشر الميلادي) ليكون على غرار بيت الحكمة في بغداد .

٦ - ازدهر العلم في الاندلس زمن الخلافة الاموية هناك ، وخاصة زمن الحكم الثاني ، حيث بنى جامعة قرطبة واسس فيها مكتبة تحتوي على نصف مليون كتاب (سنة ٩٧٠ م) ، ثم بنيت جامعة طليطلة .

٧ - اسس الفاطميون جامعة الأزهر في القاهرة سنة ٩٧٣ م .

٨ - اسس الخليفة المستنصر بالله المدرسة
المستنصرية في بغداد سنة ٦٣١ هـ ١٢٣٣ م .

ومن الاندلس ، بصورة رئيسة ، انتقلت الحضارة
العربية الاسلامية الى اوربا لتكون اساس النهضة
الاوربية الحديثة . فقد ترجمت جميع الكتب العربية
الى اللغة اللاتينية . وكانت قد أنشئت لهذا الغرض
كلية المترجمين في طليطلة . ومن الطريف أن نذكر أن
المترجمين في ذلك العصر كانوا يجابهون صعوبة في
الترجمة لأن اللغة العربية واسعة الى درجة أن بعض
الكلمات العربية ليس لها مايقابلها باللغة اللاتينية
ولذلك فانهم أبقوا على تلك الكلمات العربية وكتبوها
كما هي باللغة اللاتينية ، وبقيت هذه الكلمات حتى
يومنا هذا ، فمثلا في الكيمياء تستعمل : قلوي ،
كحول ، انبيق ، كيمياء ، الزرنيخ ، .. الخ كما تستعمل
في الفلك والرياضيات والبحرية الكثير من الكلمات
العربية .

وعن أهمية انجازات العرب المسلمين النظرية
والتطبيقية يقول العالم الفيزيائي (فيدامان) ان
العرب قدموا خدمة كبيرة للغاية تشابه تلك التي قدمها
في العصر الحديث كل من نيوتن وفرداي (مكتشف
الكهرباء بواسطة الداينمو) ورونكتن (مكتشف
أشعة اكس) .

يتضح مما شرحناه عن أهم الابتكارات في تاريخ
الانسان ، ألا وهي ابتكار النار والعجلة والارقام
والكتابة وما أدت اليه هذه الابتكارات الاولى ، ومن
اسلوب تطور العلوم في الحضارات البابلية - المصرية ،
واليونانية ، والعربية الاسلامية ، وحيث ان ابتكار
العجلة والارقام والكتابة كان قد تم في وادي الرافدين
بصورة أولية وفي الشرق الأوسط بصورة عامة فأننا
تمكن أن نقول ان العلم كان قد بدأ في الشرق .
ومما شرحناه عن تطوير الاسلوب العلمي في البحث
وعن أهمية التبادل المشترك بين الفكر النظري وبين

العمل التجريبي ، هذا التبادل الذي ميز الانجازات العلمية العربية الاسلامية ، يمكننا القول أيضاً ان الطريقة العلمية في البحث كانت قد أخذت معالمها الاولى في اثناء تطور العلم عند العرب المسلمين الا أن اكتشاف المعالم الكلية للطريقة العلمية لم يتم الا في اوائل القرن العشرين ، كما سنشرحه فيما بعد . والآن نود أن نبث موضوعاً آخر يعد هو أيضاً نقطة تحول في تاريخ الانسان ، ألا وهو تطور فكرة الانسان عن تركيب المادة والطاقة والعلاقة بينهما .

المادة والطاقة

ان دراسة هذا الموضوع سيؤدي بنا الى دراسة اسس العلم الحديث بجميع فروعه ، الفيزياء والكيمياء وعلوم الحياة ، وسيؤدي بصورة رئيسة الى توضيح الاسلوب العلمي الحديث الذي فرق بين جميع العلوم التي سبقت القرن العشرين والعلوم التي تطورت بصورة متسارعة في هذا القرن ، اي أننا سنبين كيفية

وضع أهم نظريتين في تاريخ العلوم ، النظرية الكونية
والنظرية النسبية ، وسيتبين لنا أهمية الفكر النظري
(الافتراضي) في توجيه العلوم وبالتالي التأثير على
المجتمع . ان دراسة المادة والطاقة قد اعطت وبينت
أهم واقوى علاقة بين العلم والمجتمع ، بعد أن تمكن
العلماء من تحويل المادة الى طاقة بواسطة التفاعلات
النوية ، وذلك لأغراض حرية في اثناء الحرب العالمية
الثانية . ان هذه الطاقة النووية الجديدة هي مصدر
خوف وتهديد لمستقبل البشرية . وان هذا التقدم
العلمي الهائل يبين لنا أهمية مرافقة الحكمة الإنسانية
لأي تقدم في التكنولوجيا ، والا أصبح التقدم العلمي
خطراً على كيان الانسان والكائنات الحية على
حد سواء . فنحن بحاجة الى تكنولوجيا حديثة والى
حكمة انسانية قديمة ، تلك الحكمة التي كان منشؤها
الشرق أيضاً . وفي الوقت نفسه ان الطاقة النووية
الجديدة ستكون أهم مصدر للطاقة المفيدة في القرن
المقبل .

ان التفكير في تركيب المادة كان قد بدأ عند
اليونانيين بعد أن كانوا قد أطلعوا على فكرة البابليين
والمصريين بأن العالم المادي مكون من عناصر أولية وهي
السماء والماء والهواء والتراب ، والتي أضاف اليها
الهنود عنصراً خامساً وهو الأثير . انتقلت هذه الفكرة
الى اليونان بواسطة الفينيقيين حيث أصبحت العناصر
المكونة للمادة هي الماء والهواء والنار والتراب .
أوجد الفيلسوف اليوناني (ديموقريطس) في القرن
الخامس قبل الميلاد الفكرة الذرية لتركيب المادة ، حيث
قال ان جميع العناصر الأولية مكونة من جسيمات
صغيرة جداً لا تنقسم وهي في حركة دائمية ولها حجم
ثابت ولا يمكن ضغطها ولا يمكن اتلافها ، ويوجد
فراغ فيما بينها يسمح لها بالحركة ، وان ظواهر المادة
المختلفة مثل اللون والرائحة والطعم تأتي من اختلاف
في ترتيب الذرات وحركتها .

أما عن تركيب الطاقة فكان اليونانيون أول من و وضع نظريات تركيب الضوء ، اذ قال فيثاغورس بأن الضوء مكون من سيل من جسيمات مادية صغيرة جداً تخرج من الجسم المضيء الى العين • واعتقد ارسطو بأن الضوء شكل من أشكال الحركة في وسط خاص منتشر في جميع أنحاء الكون (الاثير) ، أي أنه كان يعتقد بما يشابه النظرية الموجبة الحديثة ، وكان اقليدس يعتقد بأن الضوء يسير بخطوط مستقيمة •

ان هذه النظريات الصحيحة كانت قد أهملت حتى جاء ابن الهيثم وأحيائها في آواخر القرن العاشر الميلادي في البصرة • ان نظريات اليونانيين عن تركيب المادة والطاقة هي بعينها النظريات الفيزيائية الحديثة ، مما يدل على امكانية اكتشاف طبيعة العالم المادي بواسطة الفكر المجرد، ولكن تصبح هذه الافكار المجردة حقيقة علمية اذا برهنت بالتجارب العلمية الصحيحة •

بقيت الفكرة الذرية لتركيب المادة كما وضعها
اليونانيون خلال القرون الطويلة حتى آواخر القرن
التاسع عشر حيث بدأ العلم يعرف شيئاً مؤكداً عن
الذرة مثل أشكالها المختلفة وتركيبها . ان النظرية
الذرية كانت قد أهملت لفترة طويلة وذلك لأن كلا من
افلاطون وارسطو كان لا يعتقد بها وكان يعاديهما
بشدة ، مما أثر على علماء العرب المسلمين الذين أهملوها
أيضاً . وبين هذا الاهمال أن بعض العلماء الكبار
يقفون ضد التطور العلمي لعدم اعتقادهم بنظرية
معينة ولو أنها نظرية صحيحة .

كان (دالتون) العالم البريطاني أول من وضع
النظرية الذرية القديمة على أسس تجريبية ، اذ بين
في أوائل القرن التاسع عشر بأنه من الممكن اعطاء قيم
نسبية لأوزان الذرات المختلفة ، وفسر التفاعل
الكيميائي بأنه اتحاد بين الذرات حسب نسب وزنية
ثابتة . وقد أوجد العالم الايطالي (افوكادرو) فكرة

الجزيئة ، بانها مكونة من تجمع عدة ذرات من نوع واحد او من انواع مختلفة وكان كل من دالتون وافوكادرو قد لقي معارضة شديدة من بعض علماء عصره ، مما أدى الى اهمال هذه الافكار الجديدة لمدة حوالي مئة سنة أخرى ، ويذكرنا هذا بمعارضة افلاطون وارسطو منذ البداية . أما فكرة تركيب الذرة نفسها فقد بقي غامضاً الى بداية القرن العشرين . وفي بداية هذا القرن اتجهت البحوث العلمية الى اتجاهين مختلفين . سار الاتجاه الاول في تحليل المادة الى مكوناتها الكيميائية من العناصر ، والى تعيين تركيب الجزيئات وحجمها وشكلها ، وبهذا صار بالامكان تفسير حالات المادة المختلفة ، الغازية والسائلة والصلبة ، بأنها حالات تعتمد على القوى التجاذبية المختلفة بين الجزيئات ، ودخل هذا النوع من التفسير الى دراسة تركيب الجزيئات في الكائنات الحية . أما الاتجاه الآخر في دراسة تركيب المادة فهو الاتجاه

المعاكس ، أي دراسة تركيب الذرة نفسها ، وقد أدى هذا الاتجاه الى اكتشاف نظريات وطرق عملية ادى الى تحويل المادة الى طاقة •

ان أول بداية لمعرفة تركيب الذرة • كان قد حصل عن طريق « المصادفة » في أواخر القرن التاسع عشر • ففي سنة ١٨٩٦ م كان العالم الفرنسي بكريل قد لاحظ بان أفلاماً فتوغرافية كانت موضوعة فسي الظلام قد اسودت وظهرت عليها صورة لقطعة صخرية موضوعة على المنضدة قرب الافلام • وان هذه القطعة الصخرية كانت تحتوي على أحد أملاح اليورانيوم • وتعجب العالم بكريل لهذه الظاهرة الغريبة ، واعد التجارب عدة مرات ليتأكد من أن هذه المادة تؤثر على الافلام في الظلام وحتى عند وضعها تحت حاجز من مواد مختلفة مثل الورق الاسود السميكة والخشب والألمنيوم • كانت هذه التجارب أول دلالة على وجود النشاط الاشعاعي الطبيعي • وبعد دراسات مطولة من

قبل العالم الانكليزي زذرفورد تبين بأن الاشعة التي تنتج من مركبات اليورانيوم هي اشعة ذات طاقة عالية جداً ومكونة من جسيمات سماها بجسيمات الفاوييتا ، وتبين فيما بعد أن اشعة اليورانيوم تحتوي على نوع آخر من الاشعة القوية وهي اشعة كاما . ان النشاط الاشعاعي الطبيعي يحصل تلقائياً وتتحول المادة من عنصر الى آخر باعثة هذه الاشعة القوية .

لقد تمكن العالم رذرفورد بأن يحول عنصر النايتروجين الى عنصر الاوكسجين وذلك بواسطة تسليط جسيمات الفا الناتجة من النشاط الاشعاعي على ذرة النايتروجين . وبهذا يكون قد حصل حلم الأولين في تحويل العناصر . ان هذه التجربة لتحول العناصر كانت بداية علوم الفيزياء النووية . اذ وجد أن الفرة مكونة من نواة صغيرة جداً ، ذات شحنة موجبة ، تحيط بها الالكترونات بمسافات مختلفة ، وأن نصف قطر الذرة أكبر من نصف قطر النواة بمقدار

مئة ألف مرة ، وأن جميع كتلة الذرة موجودة في النواة المكونة من بروتونات ونيوترونات ، وأن تحولات العناصر بصورة طبيعية أو اصطناعية هي تحولات في تركيب النواة •

يظهر من هذا بأن بداية معرفة سر تركيب الذرة وبداية علوم القرن العشرين كان قد حصل عن طريق مصادفة اكتشاف النشاط الاشعاعي الطبيعي • ولكن في الحقيقة أنه لا توجد مصادفة محضة في تقدم العلوم ، على عكس ما يعتقد به البعض ، إذ أن العالم بكريل كان منهمكاً في بحوثه وتهيئاً فكرياً للملاحظة أي ظاهرة طبيعية جديدة • ان الاكتشاف لا يأتي لأي شخص اعتيادي ، ولكن الشخص العلمي المهيأ تجريبياً وفكرياً هو الذي سيجد مثل هذه المصادفة العلمية المهمة • ان المصادفة تخدم الفكر المتهيء •

نشأة النظرية الكوانتية (نظرية الكم) :

في الوقت الذي كانت فيه أبحاث الفيزياء الذرية تجرى لمعرفة تركيب الذرة ، كما شرحنا اعلاه ، كان بعض علماء الفيزياء يدرسون طبيعة اشعاع الحرارة من الاجسام الساخنة . وفي نفس هذا الوقت ايضا كانت قد انتشرت نظرية ماكسويل ، العالم البريطاني ، عن طبيعة المجال المغناطيسي بأنه مكون من امواج كهرومغناطيسية تسير بسرعة الضوء ، وقد حقق ذلك تجريباً العالم الالماني (هرتز) ، وعند ذلك الحين عد الضوء بأنه مكون من امواج كهرومغناطيسية . ولكن كيفية انتاج الضوء في النار أو في الاجسام المسخنة لم تكن معروفة .

اذ عند تسخين قطعة من أي مادة تبدأ المادة بالتوقد فيصبح لونها أحمر ثم أبيض متوقداً عند ارتفاع درجة الحرارة . ان اللون لايعتمد كثيراً على سطح المادة ، وبالنسبة لجسم أسود ان اللون يعتمد

على درجة الحرارة فقط . ومن هنا بدأت دراسة الاشعاع من الجسم الاسود . جرت عدة محاولات لتفسير طبيعة هذا الاشعاع في أواخر القرن التاسع عشر وذلك بوضع عدة معادلات تجريبية مبنية على فكرة أن الطاقة متصلة ، أي أن الجسم يأخذ الطاقة أو يفقدها بصورة مستمرة ، ولو أنه كان من المعروف أن المادة مكونة من ذرات إلا أنه كان يفترض بأن الطاقة التي يشعها الجسم تكون متصلة بتركيبها . ان ماكس پلانك ، العالم الألماني ، كان قد وضع معادلات رياضية أوجدها بالحدس ووجد أنها تنطبق تماماً على نتائج طيف الحرارة المشعة من الجسم الاسود . بدأ پلانك يتساءل عن المعنى الفيزيائي لهذه المعادلة الجديدة ، وقد اتضح له بأن معادته هذه تشير الى الفرضية بأن الجسم الحار والذي يحتوي على ذرات متذبذبة يمكن أن يأخذ الطاقة أو يفقدها بكميات ~~محددة~~ (كوابتات) ، وان طاقه الجسم تتناسب منع

ذبذبته ، أي أن الطاقة تساوي التردد مضروباً بثابت معين ، سمي فيما بعد بثابت بلانك اي ان $E = b N$ حيث يعبر الحرف E عن الطاقة وط ثابت بلانك و N هو الذبذبة او المتردد . وقد نشر بلانك فرضيته المهمة هذه في كانون أول سنة ١٩٠٠ م ، وهكذا تخلص العلم من فكرة الطاقة المتصلة ، وأصبحت النظرية الكوانتية أهم قاعدة للعلوم الحديثة .

كان اينشتاين أول من استخدم هذه النظرية الجديدة ، حيث فر في سنة ١٩٠٥ ظاهرة الكهرو ضوئية ، وهي انبعاث الإلكترونات من الجسم الذي يسقط عليه الضوء . فقد تصور اينشتاين الاشعاع الضوئي بأنه سيل من كوانتات الطاقة تسير في الفضاء منفصلة عن بعضها وتتفاعل مع المادة كل على انفراد . وبهذا أوجد اينشتاين فكرة تكوين الاشعاع من كوانتات سماها بالفوتونات ، وهي بمثابة ذرات الطاقة

المشابهة لجسيمات الضوء في نظرية نيوتن للحزم
الضوئية فاصبحت حزم الطاقة •

**نشأة النظرية النسبية - دحض فرضية وجود
الانحياز :**

ان فرضية وجود مادة خفيفة جداً ومتطايرة تملأ
الكون والفضاء هي فرضية قديمة جداً استمرت الى
اوائل القرن العشرين مع أن الكيمياء التي كانت قد
حللت جميع المواد الكيميائية الموجودة في الطبيعة ،
واكملت الجدول الدوري المحتوي على (٩٢) عنصراً
الا أنها لم تتمكن من العثور على مثل هذه المادة ، ولكن
العلماء جميعاً كانوا يعتقدون بوجود الانحياز •

ان فكرة الانحياز كانت قد نشأت في الهند منذ
حوالي الف سنة قبل الميلاد ، واخذها عنهم اليونانيون
حيث افترض ارسطو أن الأجرام السماوية مكونة من
هذه المادة • واعاد الفيلسوف ديكارت فكرة الانحياز في

القرن السابع عشر في نظريته عن الحركة الدورانية للمادة اذ أنه افترض أن المادة تدور في مادة سائلة رقيقة وهي الاثير . وفي نفس القرن أيضاً افترض هويكنز بأن الضوء يسير على شكل امواج في الاثير . وافترض فرداي وجود خطوط قوة المجال المغناطيسي في الاثير ، وافترض ماكسويل سير الامواج الكهر مغناطيسية في هذا الاثير .

وقد أجرى العالمان مايكلسن ومورلي تجربة مهمة جداً غيرت مجرى العلوم رغم أنها كانت تجربة فاشلة ، أي أنها لم تحقق مابدأت من أجله . أجرى مايكلسن ومورلي تجربتهما الشهيرة في سنة ١٨٨٧ م لقياس سرعة الارض المطلقة في الاثير ، وقد تبين أنه من المستحيل ملاحظة سرعة انتقال الارض في الاثير بواسطة الطرق الضوئية . ان التجربة كانت مبنية على الاسئلة والفكرة التالية : اذا كان الاثير موجوداً ويملا الفضاء ويتداخل في المادة فماذا سيحصل اذا تحركت

المادة فيه ؟ هل ان الاثير يشترك في هذه الحركة ، واذا كان الامر كذلك فكيف تنتقل موجة الضوء في الاثير المتحرك ؟ وللأجابة عن هذه الاسئلة يجب اجراء تجارب تتضمن أجساماً متحركة بسرعة كبيرة • وقد اختبرت الارض كجسم متحرك ومصدر للضوء • ان الارض تدور حول الشمس بسرعة حوالي عشرين ميلا بالثانية • اذا كان الاثير ثابتاً بالنسبة للشمس وأنه لايتحرك مع الارض فان الاثير سوف يبدو بأنه يتحرك بسرعة بالنسبة للأرض ، وهذا ماسمي بالريح الاثيرية • ان هذه الحركة الظاهرية السريعة للأثير بالنسبة للأرض يجب أن تتبين في اختلاف سرعة الضوء باختلاف اتجاهه • ان سرعة الضوء يجب أن تكون مختلفة معتمدة فيما اذا سار الضوء باتجاه مواز أو عمودي على اتجاه حركة الاثير بالنسبة للأرض • ولم يتمكن مايكلسن ومورلي من ايجاد أي فرق بسرعة الضوء عندما أرسلوا ضوءاً موازياً لحركة الارض حول الشمس أو عمودياً على هذه الحركة •

واعيدت هذه التجربة عدة مرات ولم يتبين أي فرق
بسرعة الضوء باختلاف اتجاهه • ماذا يعني فشل هذه
التجربة ؟ الجواب كان من قبل ايشتاين ، اذ قال ان
فشل هذه التجربة يدل على عدم وجود الاثير ، وعليه
فان تجربة مايكلسن ومورلي هي أهم تجربة فاشلة في
تاريخ العلوم لأنها أدت الى دحض وجود الاثير ، المادة
التي لم تتمكن الكيمياء من الكشف عن وجودها ،
ولكن الفيزياء أثبتت عدم وجودها وأدى ذلك أيضاً
الى اكتشاف النظرية النسبية الخاصة سنة ١٩٠٥ وهي
أحد أهم الاسس للعلم الحديث بجانب النظرية
الكوانتية •

النظرية النسبية :

ان النظرية النسبية هي أعم وأصعب نظرية أوجدها
العلم لحد الآن ، وان هذه النظرية قد تطورت بمرحلتين ،
فقد اكتشف اينشتاين نظرية النسبية الخاصة في سنة
١٩٠٥ على أثر فشل تجربة مايكلسن ومورلي ،

واكتشف نظرية النسبية العامة سنة ١٩١٥ ونشرها سنة ١٩١٦ . ان النظرية النسبية ككل تشمل تفسيرات الطبيعة من الذرة والجسيمات الصغيرة الى تركيب الكون المتسع والقوى التي تربطه سوية ، ولهذا فهي أهم وأعم نظرية علمية لحد الآن . أما صعوبتها فتعزى الى الرياضيات المتقدمة التي استخدمها اينشتاين والى صعوبة تصور المفاهيم الجديدة اذ ان اينشتاين غير مفاهيمنا المألوفة عن الزمان والفضاء والكتلة والمسافة الخ .

ان نظرية النسبية الخاصة تعتمد على فرضيات وهي : استحالة قياس السرعة المطلقة لأي جسم ، وانه يمكن قياس سرعته النسبية فقط ، وان سرعة الضوء ثابتة بالنسبة لكل مشاهد ومستقلة عن حركته وعن حركة مصدر الضوء ، وان قوانين الفيزياء تكون ثابتة لكل المراجع التي تتحرك بالنسبة لبعضها بسرعة ثابتة لقد حصلت عدة نتائج فيزيائية مهمة لهذه النظرية منها : اعتماد

كتلة الجسم على سرعته ، تكافؤ الكتلة والطاقة حسب معادلة خاصة الطاقة تساوي (الكتلة مضروبة بمربع سرعة الضوء) ، واندماج قانوني حفظ الطاقة وحفظ الكتلة في قانون واحد لحفظ الكتلة - الطاقة ، وانكماش الأطوال باتجاه الحركة ، وتمدد الزمن حسب حركة الجسم ، واندماج الفضاء والزمان في متصل واحد ، اي اعتماد الواحد على الآخر ، ويسمى متصل الفضاء - زمان (أو متصل المكان - الزماني) (لمراجعة القوانين انظر : النسبية نيوتن وانشتاين د • طالب ناھي الخفاجي • الموسوعة الصغيرة رقم ٣٧ ، ١٩٧٨) • ان كل هذه مفاهيم جديدة غير مألوفة ولذلك يصعب أولاً يمكن تصورها عند الكثيرين منا في الوقت الحاضر •

ولكن لندرس مثلاً بسيطاً ومألوفاً ألا وهو تعيين أو تحديد الوقت بواسطة الساعة الاعتيادية • فأننا نحسب الوقت بواسطة النظر الى حركة عقارب الساعة عند مرورها بين نقاط أو اشارات مثبتة على الساعة ،

أي اننا نعرف الوقت بواسطة حركة منتظمة بسرعة معينة ثابتة بين اماكن متتالية ، واننا تتفق مثلاً على أقصر فترة (مسافة) بين اشارتين على أنها ثانية من الوقت أو الزمن ، وان عملية تحديد هذه الفترة الزمنية يتطلب منا أيضاً أن نرى باعيننا حركة عقرب الثواني وهذا يتطلب انعكاس الضوء من العقرب بسرعة معينة وثابتة • وعليه فان عملية تحديد الوقت البسيطة تحتوي وتعتمد على عدة عوامل فيزيائية وهي :

— المشاهد :

حركته بالنسبة للساعة وبالنسبة للأرض ، وحركة الأرض حول الشمس ، وحركة الشمس بالنسبة للمجرة — درب التبانة — ومكان المشاهد في أثناء قراءته للوقت •

— حركة عقارب الساعة :

سرعة هذه الحركة وانتظامها بالنسبة لسطح الساعة ، وبالنسبة للمشاهد وللأرض الخ كما في

حالة المشاهد • تركيب الساعة والعقارب
الميكانيكي والمادي •

— الاماكن المؤشرة على سطح الساعة :
ثبوت المسافة فيما بينها وعدم حركتها بالنسبة
لعقارب الساعة ، ولكن سطح الساعة الثابت ،
وعقاربها ، تتحرك من المشاهد حول الارض وحول
الشمس •

— الضوء المنعكس عن الساعة :
سرعته ، أي الوقت الذي يستغرقه حتى يصل
الى العين (الانتقال بين مكانين) فالضوء هو
العامل الطبيعي الذي ينقل لنا المعلومات ،
يخبرنا ، عن الحدث في مكانين ، أي عن حدثين •
ويدخل في هذا تركيب الضوء وطاقته •

ومن هذا المثال نرى أنه لا يمكن فهم الزمان
(الوقت) الا بواسطة المكان (الفضاء) أي أنه لا يمكن
فصل الزمان عن الفضاء ، ويجب دمجهما بمتصل واحد ،

أو بعد واحد ، هو متصل الفضاء - زمان . وبمعنى آخر ان الساعة التي تقيس الوقت على الارض تعطي وقتاً خاصاً بالارض فقط ، وان نفس الساعة اذا وضعت على جسم آخر في الفضاء الخارجي له كتلة تختلف عن كتلة الارض وله سرعة دوران حول نفسه وحول الشمس غير مابهما للأرض ، فان هذه الساعة ستعطي قياساً يختلف عما كانت تعطيه على الارض . ان تصورنا واصرارنا على اعتبار الوقت الارضي الخاص بنا في هذا الجزء من الفضاء الكوني بانه هو الوقت المطلق لجميع أجزاء الكون هو سبب الصعوبة في مفهوم الزمن حسب النظرية النسبية . ان هذا الفرق بالوقت سيكون موجوداً حتى لو استعملنا أدق وأحدث الطرق لقياس الوقت مثل استعمال الساعات الذرية - أي التي تعتمد على الفترة الزمنية بين انشطار الذرات للعنصر المشع ، اذ أثبتت التجارب الحديثة أنه بالنسبة لبعض الجسيمات السريعة والتي يمكن أن تتحول الى جسيمات أخرى ،

ان الجسيمات السريعة تعيش لمدة أطول بكثير من نفس النوع من الجسيمات الساكنة . ان هذا يبين اعتماد الزمن على الحركة ، وهذا الاعتماد بدوره يغير مفهومنا عن الأحداث الآتية . ان آنية الاحداث في أماكن مختلفة قد أصبحت علاقة نسبية معتمدة على حالة الحركة . ان حدثين يظهر ان وكأنهما يحصلان في آن واحد بالنسبة لمشاهد لا يتحرك سوف يظهران وكأنهما يحصلان في وقتين مختلفين بالنسبة لمشاهد متحرك .

ونستنتج كذلك من هذا المثال عن قراءة الساعة أن جميع العوامل المذكورة أعلاه متصلة ببعضها ، أي أن المادة متصلة بالطاقة (الحركة) ، وأن مقدار الزمن (الوقت) يعتمد على حركة الجسم ، وان الضوء يلعب دوراً أساسياً في كل ذلك بسرعه العاليه جدا وهو العامل الوحيد لنقل المعلومات عن الاحداث . ولكني يتمكن الضوء من نقل المعلومات عن المادة للمشاهد أو للجهاز يجب أن يكون الضوء نفسه مكوناً من

جسيمات مادية - الفوتونات - متناهية بالصغر
ومنفصلة عن بعضها كميًا - وهي الكواتات للطاقة
والمنبثة من الجسم المضيء ، وأن هذه الفوتونات
المكونة للضوء تنتشر على شكل أمواج ، وبهذا أوجد
اينشتاين الطبيعة الثنائية للضوء : الجسيم -
الموجة .

لقد تمكن اينشتاين من ربط جميع هذه العوامل
(المادة ، الطاقة ، الزمان ، المكان (الفضاء) ، والضوء)
بمعادلات رياضية . وقد تحققت معادلات اينشتاين في
تكافؤ المادة والطاقة وهي : $(E = m C^2)$ حيث تكوز
- تساوي الطاقة و الكتلة و ٢ سرعة الضوء)
عند تصميم وتفجير القنبلة الهايدروجينية (مصدر رقم
١٢ صفحة ١١٨ الترجمة الانكليزية) وقيست سرعة
الضوء بواسطة الاجهزة التي حملتها الصواريخ
الفضائية فوجدت بأنها ثابتة في أي مكان أو اتجاه من
الكون ، وأن كتلة الاكترون تزداد بمقدار ٢٠ ألف مرة

عند تسريعه بواسطة المعجلات الحديثة وذلك لأن طاقته
الحركية تضاف الى كتلته الاصلية قبل بدء
التعجيل .

أما نظرية النسبية العامة فهي نظرية جديدة
للجاذبية ، وقد استغرق اينشتاين عشر سنوات
(١٩٠٥ الى ١٩١٥) لأستكمالها وذلك لصعوبة
الاشتقاقات الرياضية التي احتوتها هذه النظرية . كان
نيوتن قد افترض وجود قوة تجاذبية بين الاجسام
والاجرام السماوية بصورة عامة ، وافترض أن هذه
القوة تنتقل بصورة آنية . ولكن نيوتن لم يتمكن من
تفسير ظاهرة سقوط الاجسام وهي أن الاجسام
الخفيفة والثقيلة تسقط نحو الارض بتعجيل متساو
(تجارب غاليلو) . أما اينشتاين فانه رفض الاعتراف
بوجود القوة التجاذبية هذه وفسر ظاهرة سقوط
الاجسام بواسطة الخواص الهندسية للفضاء - الزمان
المحيط بالارض . اذ تمكن اينشتاين من اشتقاق

خواص متصل الفضاء - الزمان المحيط بكل مادة بواسطة رياضيات خاصة متقدمة ، وتبين بأن هذا المتصل للفضاء - الزمان يكون متحدباً حول المادة وأن مقدار هذا التحدب يعتمد على مقدار المادة الموجودة في الفضاء المعين ، فالتحدب حول الشمس أكثر منه حول الأرض . وفسر اينشتاين حقيقة سقوط الاجسام الخفيفة والثقيلة بتعجيل متساو في المنطقة الواحدة على الأرض ، وذلك لأنها خاضعة لتحدب متساو في تلك المنطقة . وان هذا التحدب يختلف باختلاف المكان على الأرض معتمداً على الكتلة الأرضية في ذلك المكان ، أي أن التعجيل الأرضي يعتمد على المكان الذي يقاس فيه ، وهذا هو الواقع .

هناك عدة تنبؤات كان قد وضعها اينشتاين نتيجة لهذا التحدب في متصل الفضاء - زمان المحيط بالمادة ، منها انحناء اشعة الضوء عند مروره قرب كتلة كبيرة مثل الشمس ، وفملاً قد تحقق جميع التنبؤات

التي كان قد وضعها اينشتاين ، واصبحت النظرية النسبية العامة هي النظرية الوحيدة في الوقت الحاضر لتفسير حركة الاجرام السماوية ومقدار تأثيرها على بعضها بواسطة تداخل متصل الفضاء - الزمان لكل منها (تجاذبها) وتأثيرها على الضوء المنقل بينها وبالتالي على اشكالها المرئية وعلى المسافات بينها التي تعطينا فكرة عن كبر الكون وعن عمره وعن منشئه أي منذ ما يسمى بالانفجار الكبير .

هناك مفهوم خاطئ عن النظرية النسبية بأنها جعلت كل شيء نسبياً ، وحتى في الامور الاجتماعية والفلسفية . ولكن الحقيقة هي على عكس هذا المفهوم . اذ أن اينشتاين بين ما هو نسبي من الحقائق الطبيعية وما هو فعلاً حقيقي يخص الطبيعة بحد ذاتها مستقلة عن اي مشاهد وذلك باستعمال رياضيات عالية وهي رياضيات التنس (نظرية الكميات الممتدة) اينشتاين والتجارب الفكرية قاعدة هاينزبرك -

ولد اينشتاين في سنة ١٨٧٩ في المانيا ، وكان مهتماً بامور الطبيعة منذ صغر سنه ، ويروي عن نفسه بأنه عندما كان في السادسة عشرة من العمر سأل نفسه سؤالين خياليين ، السؤال الاول كان : ماذا سيحدث لو حاول رجل اللحاق بشعاع الضوء ؟ ان الجواب النظري أدى فيما بعد الى اكتشاف النظرية النسبية الخاصة . والسؤال الثاني كان : ماهي قوانين الفيزياء بالنسبة لرجل موجود في مصعد وسقط به المصعد بصورة حرة من أعالي بناية عالية ؟ ن الجواب النظري أدى فيما بعد الى اكتشاف النظرية النسبية العامة ان هذا النوع من الاسئلة الخيالية كان اينشتاين قد طورها فيما بعد الى ماسماه بالتجارب الفكرية ، أي اجراء تجارب بصورة خيالية لايمكن اجراؤها في الواقع ويستتج منها بعض القوانين التي تنطبق على الواقع ، فلا يمكن لرجل اللحاق بالضوء و لايمكن وضع رجل في مصعد يسقط من أعلى البناية ويقوم هذا الرجل ببعض تجارب

الفيزياء في داخل المصعد • ولكن اينشتاين استعمل مثل هذه التجارب الفكرية لتوضيح النظرية النسبية قبل أن تتحقق تنبؤاته فيما بعد بصورة تجريبية •

واستعمل هذا النوع من التجارب الفكرية عالم الفيزياء الالماني هايزنبرك الذي اكتشف بهذا الاسلوب قاعدة اللاتعيين المسماة باسمه وهي أنه لايمكن تعيين سرعة ومكان الالكترون بصورة مضبوطة في آن واحد ، وذلك لأننا حتى نعين مكان الالكترون يجب علينا تسليط ضوء عليه ، وان هذا الضوء المسلط يعطى الالكترون طاقة كافة فينتقل الى مكان آخر • أصبحت هذه القاعدة احدى أهم اسس الفيزياء الحديثة •

ماهي الحقيقة الطبيعية :

ان التطور العلمي النظري وصل الى حد بحيث انه قلب الامور الاولية في أسس المعرفة العلمية المألوفة ، حيث كنا نبدأ بالموجودات الطبيعية ونصل منها الى تصورات تجريدية عن الطبيعة ، أو أن تصوراتنا يمكن

أن نضع لها ما يقابلها في الطبيعة أي اننا نضع فكراً
نموذجاً مادياً للفكرة العلمية (مودل) • ولكننا بعد
هذا التطور النظري لا يمكن أن تتصور الشكل
الطبيعي ، أي النموذج المادي ، للأفكار الجديدة •
فاننا لا يمكن مثلاً أن تتصور تحلب متصل (الفضاء —
الزمان) (المكان — الزمان) الذي يحيط بكل مادة •
فما هو السبب في ذلك ؟ ان السبب هو أننا نفهم
العلوم عن طريق مفاهيم مسبقة مألوفة تطورت ببطء
آلاف السنين ومرتبطة بالواقع حسب الملاحظة المباشرة
أو الاحساس الأولي ، ولكن العلم كثيراً ما أثبت خطأ
هذه المفاهيم ، فلم تترك لنا مانعاً عليه في تصوراتنا
أنه يعتمد على مفاهيم جديدة غير مألوفة ، خصوصاً
ما يتعلق بفكرتنا عن الفضاء والزمان والقوة التي تؤثر
عن بعد (مثل الجاذبية) والكتلة وأبعادها في الفضاء
الأرضي • ان النظرية النسبية غيرت أو قلبت جميع
هذه المفاهيم ، فلم تترك لنا مانعاً عليه في تصوراتنا

الجديدة • والسبب الآخر في عدم امكانية تصور أو فهم التطور العلمي الجديد هو أن هذا العلم الجديد يستخدم ويعتمد على الرياضيات العالية المجردة التي لا يفهمها الا القليل أو أنها بالاساس غير معتمدة على الموجودات الطبيعية في تطورها أو نشأتها ، أي أنها رياضيات بحتة مجردة بكل معنى الكلمة ، فانها موجودات فكرية فقط •

وهكذا نرى أن الانسان بدأ أول تفهمه للطبيعة بواسطة ابتكار العدد والاشكال الهندسية ، ووصل التطور العلمي بواسطة التفهم الرياضي للطبيعة الى ادراك مجرد يصعب علينا ايجاد مايقابله في الطبيعة التي بدأنا بتفهمها !!

والآن وقد شرحنا ما فيه الكفاية عن اسلوب تطور الفكر العلمي ، نود أن نلخص مايسمى (الطريقة العلمية) التي بدأنا بشرحها وتبسيطها •

الطريقة العلمية

يتضح من الأمثلة الكثيرة التي شرحناها سابقاً أنه بعد مرور تلك العصور التاريخية الطويلة أصبح لدينا الآن بصورة عامة نوعان من المعرفة العلمية كانا قد نشأ سوياً منذ القدم ، وهما : المعرفة التجريبية أو العلم التجريبي الذي يتخذ التجربة والملاحظة ووصف الطبيعة وتصنيفها والامور التقنية الفنية أساساً له ، والمعرفة النظرية أو العلوم الصرفة التي تتخذ الفرضيات والنظريات العلمية والرياضيات أساساً لها وغايتها النهائية تفسير التجارب والملاحظات الطبيعية •

ان التجربة والتفسير ، أي النظرية المحتملة ، قد رافقا بعضهما منذ بداية التفكير عند الانسان • ولكن العلم التجريبي كان قد بدأ بالتكوين أولاً ، فهو يهم استمرار حياة الانسان عبر تطوره البيولوجي • وبعد استكمال تطور دماغ الانسان كانت التفسيرات النظرية

للطبيعة قد بدأت كتفسيرات وهمية غامضة • تطورت العلوم الصرفة بصورة متسارعة بعد ابتكار الرياضيات وادخالها في دراسة الطبيعة • ومازالت التجربة أو المشاهدة والتفسير النظري ملاحقة لبعضها • فتارة التجربة تسبق النظرية وأخرى تكون النظرية العلمية هي السابقة عن طريق تحقيق التنبؤات النظرية بواسطة تجارب علمية لاحقة، وهكذا تنمو وتكبر سلسلة التطور العلمي • تتميز العلوم الحديثة بقيادة الفكر النظري لجميع أنواع المعرفة العلمية • ان اسلوب تطور الرياضيات المتسارع هو نموذج حقيقي لتطور العلوم الاخرى بصورة عامة • أي أن أي علم يتطور بسرعة عندما تدخل فيه الفرضيات والنظريات والمفاهيم الفكرية المجردة وتصبح جزءاً أساسياً في عمل المختصين بذلك العلم • وأنه من المفضل والمستحسن ، ولكن ليس بالضروري ، أن توضع الفرضيات والنظريات والمفاهيم باسلوب رياضي كمعادلات خاضعة للحل

الرياضي الاستنتاجي المنطقي فأن ذلك يحقق التقدم المتسارع . فمثلا ان فكرة فردي عن المجال الكهر ومغناطيسية التي هي الآن أساس الفيزياء المعادلات الرياضية لها واستنتج وجود امواج الكهل ومغناطيسية التي هي الآن أساس الفيزياء الحديثة ، وهكذا خضعت جميع الفيزياء الى الرياضيات وأصبح تطور هذا العلم معتمداً كلياً على المعرفة العالية في الرياضيات . ويحصل نفس الشيء الآن بالنسبة للكيمياء . ولكن فكرة داروين عن التطور البيولوجي ، فكرة الانتخاب الطبيعي وبقاء الاصلح ، كانت قد جاءت بعد عمل دقيق ومضن وشامل في تصنيف النباتات والحيوان ودراسة ما بقي وما انقرض منها ، وليس بالامكان وضع هذه النظرية الداروينية في أسلوب رياضي كمعادلات . مع كل هذا ان الكيمياء والفيزياء وما تحتويه من رياضيات قد دخلت في العلوم البيولوجية الجزئية الحديثة التي بدأت تفسر التطور البيولوجي نفسه

عن طريق هذه العلوم النظرية وذلك بدراسة التركيب
الجزئي للجينات الوراثية •

العلم التجريبي - الطريقة العلمية القديمة :

طريقة جابر بن حيان وفرانسيس بيكون :

ان الانسان بطبيعته يحاول التعرف على محيطه
وذلك لغرض السيطرة على الطبيعة لكي يؤمن لنفسه
حياة أفضل • وكذلك يروم الانسان التعرف على سبب
حدوث التغيرات الطبيعية وعلى تكوين وتركيب الكائنات
الحية بضمنها الانسان نفسه •

تعد الكتابة أهم ابتكار في تاريخ الانسان • اذ
تمكن الانسان من تكوين المعلومات المتراكمة التي هي
مجموع المعرفة عند الانسان وتراثه الخالد ، وبدأ
الانسان يصف خبرته التجريبية في الطبيعة ويصف
ابتكاراته العملية بدقة ويدونها لكي يستفيد منها في
المستقبل • وهذه هي بداية الطريقة العلمية التجريبية
أو بداية العلم التجريبي • ان المعرفة العلمية تنمو

بالتدريج مع مر الزمن وتنتشر المعرفة بواسطة التقليد والتدريب والتكوين •

ان العرب والمسلمين هم أول من أدخل التجربة العلمية الهادفة بصورة رئيسة وأساسية في طريقة الحصول على المعرفة عن الطبيعة • وأول من أوضح أهمية التجربة واسلوب البحث العلمي المنظم ، كان جابر بن حيان في القرن الثامن الميلادي ، وتبعه في ذلك المحامي والسياسي فرانسيس بيكون في القرن السابع عشر في انكلترة ، اذ أنه كان يحث على اجراء التجارب وجمع الحقائق الطبيعية الكثيرة بصورة نظامية وبعد جمع هذه الحقائق تؤخذ منها التعميمات العلمية بواسطة الاستقراء أي الاستنتاج بالقرينة وهو التوصل الى القوانين العامة عن طريق مشاهدة بعض الحقائق وتعميم العلاقة بينها على الحقائق الاخرى المشابهة ولكنها غير المشاهدة • فمثلا ان عالماً يشاهد شجرة وبها أوراق ويشاهد شجرة أخرى وبها أوراق ايضاً وهكذا يستمر بمشاهدة أشجار

كثيرة لها أوراق واخيراً يصوغ قانوناً عاماً بأن جميع الاشجار (النباتات) تحتوي على أوراق ، نحن نعرف أن هذا الاستنتاج غير صحيح • توجد هناك حدود للطريقة العلمية المبنية على استقراء الحقائق الخاصة والقليلة • ان الطريقة الاستقرائية لاتصف بصورة مضبوطة ولا تفسر بصورة كلية حقيقة الطريقة العلمية •

دسل والطريقة العلمية :

لقد لخص العالم الرياضي والفيلسوف البريطاني برتراند رسل الطريقة العلمية في كتابه (النظرة العلمية) سنة ١٩٣١ بمايلي :

- ١ - مشاهدة الحقائق المهمة •
- ٢ - وضع فرضية كمحاولة أولية لتفسير الظواهر •
- ٣ - استخلاص أو استنتاج قوانين عامة يمكن اختبار صحتها بواسطة التجربة والمشاهدة • ان الاستنتاج

هو التوصل الى الحقائق الخاصة من القوانين العامة .

طريقة الاستنتاج الافتراضي :

الطريقة العلمية الصحيحة :

ان تاريخ العلم هو سلسلة من وضع فرضيات ومن تحقيق او تخطيء تلك الفرضيات بواسطة التجربة .
فمن الفرضيات المهمة كانت فرضية وجود الذرات من قبل اليونانيين القدماء والتي تحققت عن طريق الكيمياء والفيزياء ، اذ أصبح حديثاً بالامكان تصوير الذرات بواسطة المجهر الالكتروني الكبير ذي الطاقة العالية . وفرضية وجود الجزيئات من قبل افوكادرو ، ووجود الايونات في المحاليل من قبل العالم السويدي أرينيوس ، ووجود الجينات الوراثية من قبل العالم النمساوي مندل ، ان جميع تلك الفرضيات الصحيحة كانت قد ظهرت في القرن التاسع عشر . أما في أوائل القرن العشرين فقد ظهرت فرضيات كانت أساس العلوم

الحديثة ، الا وهي فرضية پلانك سنة ١٩٠٠ م عن انبعاث الطاقة على شكل كميات محددة وتطورت من هذه الفرضية النظرية الكوانتية ، وفرضية اينشتاين في النظرية النسبية من أن سرعة الضوء هي أعلى سرعة في الكون وهي كمية ثابتة . من هذه الفرضيات والكثير غيرها صار بالامكان استنتاج وبناء العلوم الحديثة بما فيها تطبيقاتها التكنولوجية .

من هذه الامثلة الواضحة يمكننا أن نعرف طريقة الاستنتاج الافتراضي بأنها تلك الطريقة التي تبدأ بوضع فرضيات فكرية لتكون تفسيراً أولياً للمشاهدة وللتجارب العلمية . ان هذه الفرضيات تدير التجارب الموضوعة وتحدد نوع المشاهدة المطلوبة لغرض التثبت من صحة الفرضية الأولية او لتخطئها ، ومن ثم استنتاج القوانين العامة والتنبؤات التي يجب تحقيقها بالتجربة . وهناك اعتماد متبادل بين الفرضية التصورية والمشاهدة الحقيقية . ان المشاهدات والتجارب التي تعمل لغرض

اختبار صحة الفرضية غالباً ماتوحي بفرضيات جديدة أو بتصور جديد . ان هذا الاعتماد المتبادل هو سبب تطور العلوم بصورة متسارعة يقول اينشتاين (ان الهدف الاساسي لجميع العلم هو تغطية اكبر عدد من الحقائق التجريبية باستنتاجات منطقية من أقل عدد ممكن من الفرضيات .)

ان العلماء قديماً وحديثاً يتبعون طريقة الاستنتاج من الافتراض حتى ولو لم يدركوا ذلك . أي بأسلوب تلقائي وحسب طبيعة الفكر البشري . اذ أن كل فرد يسير حياته وينجز أعماله العلمية والاعتيادية بخطوات كثيرة مكونة من سلسلة متعاقبة متكررة من التصورات والاجراءات العملية :

مشاهد بتطلع ← فكرة أو فرضية ← تجربة أو مشاهدة ← نتائج ← فكرة أو فرضية جديدة لتكون اساساً لقوانين ونظريات تختبر تجريبياً . وهكذا تتعاقب هذه السلسلة

مكونة حياة الفرد وانجازاته ابتداء من دور الطفولة •
ويلعب التعليم الصحيح بجميع أدواره دوراً مهماً في
تعيين مستوى وتطور هذه السلسلة ، وخصوصاً اذا
رافقت الرياضيات جميع أدوار وحلقات هذه السلسلة
المتكررة •

ان قابلية التطور العلمي ، أي قابلية وضع
الفرضيات العلمية الصحيحة ، هي جزء من قابلية الفكر
عند الانسان بصورة عامة • ويمكن خلق وتكوين هذه
القابلية بواسطة التعليم الصحيح منذ الطفولة ،
وباهتمام الفرد اهتماماً كبيراً بجهد وتحمل مستمر بالعلوم
بصورة عامة • وأنداك تتكون عند الفرد خلفية علمية
شاملة يرتكز عليها التصور العلمي وتكون مادة له في
اثناء التركيز على حل مشكلة علمية معينة • وتظهر هذه
الخلفية العلمية في ما يسمى بالقريحة العلمية فجأقوبدون
انذار وبنفعة واحدة ، من غير أن يعرف الفرد أيأ كان

مصدر الفكرة الصحيحة أو الإدراك المباشر لوضع
الفرضية الصحيحة أو التفسير الأكثر احتمالاً •

كنا سابقاً قد أشرنا الى المراحل الثلاث الرئيسة
في الطريقة العلمية التي وضعها برتراند رسل ، ولكن
أهم تشخيص وصياغة لطبيعة الطريقة العلمية كان قد
قام به الفيلسوف الرياضي النمساوي پوپر سنة ١٩٣٤ في
كتابه منطق الاكتشاف العلمي ، حيث بين بوضوح بأن
طريقة الاستنتاج الافتراضي هي الطريقة العلمية • يقول
بونكاريه العالم الفيزيائي الرياضي الفرنسي في كتابه
أسس العلم : ان مهمة العلم هي خلق ترتيب منتظم •
ان أي علم يبنى من حقائق مثلما يبنى البيت من
الطابوق • ولكن مجرد جمع الحقائق لا يمكن ان يسمى
علماً اكثر مما يمكن أن تسمى كومة من الطابوق
بالبيت • ويقول (فان هوف) (١٨٥٢ - ١٩١١) العالم
الكيميائي الهولندي : ان الحقيقة هي القاعدة
والاساس ، وان التصور هو مادة البناء والفرضية هي

الخطـة التي يجب أن تختبر ، وأن الصواب والواقع هو البناء الكامل •

ان طريقة الاستنتاج الافتراضي تمكن العالم من وضع نظريات لها قابلية كبيرة في التنبؤ بسلوك الطبيعة ، كما حصل في النظرية النسبية ، ولكن الطريقة التجريبية الاستقرائية لايمكن أن تحتوي على أي تنبؤات يمكن تحقيقها بواسطة تجارب لاحقة في المستقبل •

نيوتن والطريقة العلمية :

كان نيوتن قد بين أربعة أسس لطريقة وضع الفرضية العلمية في كتابه قواعد الرياضيات سنة ١٦٨٧ م :-

- ١ - يجب علينا ان لافترض أسباباً اكثر مما هو كاف وضروري لتفسير الحقائق •
- ٢ - وعليه وبقدر الامكان ، ان النتائج المتشابهة يجب أن تعزى للسبب نفسه ، كسقوط الأجسام في أوروبا وامريكا مثلاً •

٣ - ان الخواص المشتركة لجميع الاجسام التي تكون ضمن تجاربنا ، يجب أن تفترض بأنها تخص جميع الاجسام مثل خاصية الامتداد •

٤ - ان الاقتراحات في العلوم والتي نحصل عليها بواسطة الاستنباط الواسع يجب أن تعد مضبوطة أو صحيحة تقريباً حتى تبين الظواهر أو التجارب بأن هذه الاقتراحات يمكن أن تصحح ، أو من المحتمل أن يحصل حيود عنها •

فان هوف والطريقة العلمية :

كان (فان هوف) قد وضع عدة نقاط لأسلوب البحث العلمي في مقالته عن (التصور في العلوم) والتي نشرها سنة ١٨٧٨ م ، وكانت النقاط كمايلي :

١ - اختيار وقت ومادة المشاهدة بصورة دقيقة وحرية •

٢ - تغير نوع المشاهدة ببصيرة وتعقل •

٣- ايجاد الوسائل المحسنة التي تسهل المشاهدة
حالات سابقة •

٤ - ملاحظة التشابه او الاختلاف بجلاء مع
حالات سابقة •

٥ - طريقة وضع الفرضية : توضع الفرضية
التي يمكن أن تفسر السبب المحتمل ، ومقارنة النتيجة
مع الواقع ، يعاد وضع الفرضية عدة مرات الى أن يحصل
التوافق بين الفرضية والواقع ، وبعد ذلك يكون هذا
السبب هو السبب المحتمل •

٦ - الاندفاع والتحمس للبحث العلمي : أن
اسلوب البحث العلمي هذا يكون عقيماً بحد ذاته اذا لم
يكن عند الباحث الدافع القوي الذي يبدأ أولاً كتحمس
واندفاع ثم يتحول الى عمل واستمرارية ، وهذا
الدافع هو نفسه نتيجة لفكرة عند الباحث ، وان الفكرة
نتيجة للتصور بالاساس •

وهنا يجب أن نعيد قراءة توصيات جابر بن حيان في أسلوب البحث العلمي، ونقارنها مع ما وضعه كل من نيوتن وفان هوف ، وسوف نرى التشابه الكبير في جميع تلك التوصيات . ان العقلية العلمية والطريقة العلمية هي عقلية واحدة وطريقة واحدة حتى لو اختلف الزمان والمكان .

مقومات ودوافع البحث العلمي

والآن بعد أن شرحنا أسلوب أو طريقة البحث العلمي ، نسأل كيف ولماذا نبدأ بالبحث العلمي ، أي ماهي مقوماته ودوافعه حتى تتمكن أن نبدأ بالبحث ؟ أن مقومات ودوافع البحث العلمي تختلف حسب المرحلة التطورية للمجتمع ولل فرد ، وحاجة المجتمع للعلم في الحياة اليومية ، اذ يمكن اعتبار البحث العلمي أحد المصادر والثروات الطبيعية المهمة التي يمكن أن يعيش عليها الفرد والمجتمع . فمثلا ان بعض الدول المتقدمة مثل سويسرا واليابان والدول الاسكندنافية ليس لها

مصادر أو ثروات طبيعية كبيرة ، ولكنها أصبحت من أغنى الدول في العالم وأكثرها تقدماً بفضل البحث العلمي ، فانها تعيش عن طريق تصدير المعرفة العلمية مضافة الى المواد الخام الاولية التي تستوردها . ان تصدير المعرفة هذا هو مايمكن أن يسمى تصدير التكنولوجيا ، أما بالنسبة للدول النامية فهو مايسمى بنقل التكنولوجيا . فبالنسبة للدول المتقدمة ان مقومات ودوافع البحث العلمي هي الحياة كلها للفرد وللمجتمع ، أما بالنسبة للدول النامية فهي التطلع الى حياة أفضل .

انه من الصعب فصل المقومات عن الدوافع ، ولكن لسهولة المناقشة سنحاول فصلهما عن بعضهما .

مقومات ودوافع البحث العلمي :

المقومات التنظيمية والمادية

— مختبرات وأجهزة حديثة تشتغل بصورة جيدة ومستمرة .

- مكتبات علمية حديثة •
- محفزات مادية ثابتة •
- جوائز مادية •
- ادارة علمية واعية •
- خطة عمل واضحة الاهداف •

المقومات النفسية والروحية

- الروح العلمي والفكر العلمي اللذان هما أهم
- مقومات الشخصية العلمية •
- التقدير المعنوي للعلم والعلماء •
- مواكبة التقدم العلمي بصورة خاصة وعامة •
- الندوات العلمية المحلية والعالمية •
- بالنسبة للبحث الجامعي ، هناك فائدة متبادلة
- بين البحث والتدريس على الايكون العبء
- التدريسي كبيراً •

وبصورة عامة انه اذا اختل هذا التوازن بسبب
توقف أحد المقومات فانه سيؤدي الى قلة الانتاج

العلمي أو انعدامه ، وهذا بدوره يؤدي الى تنقل العلماء الباحثين بين المراكز العلمية في القطر الواحد، أو الى تنقلهم بين الدول ، وهذا مايسمى بهجرة العقول، وتحصل مثل هذه الحالات حتى في الدول المتقدمة •

دوافع المعرفة والبحث العلمي :

١ - توفير حياة أفضل للفرد والمجتمع وذلك بالسيطرة على الطبيعة وبانتاج مواد وآلات وأجهزة جديدة •

٢ - الدفاع عن النفس • ان العلم أحسن سلاح للدفاع عن كيان الفرد وكيان المجتمع • ان الذين ابتكروا الرمح أو السهم كانوا قد أوجدوا الصراع على السلاح والسباق في التسليح • ان الحرب العالمية الاولى كانت تعتمد على المفرقات والمواد الكيماوية الاخرى التي ابتكرها الكيماويون • والحرب العالمية الثانية اعتمدت على الفيزيائيين والكيماويين الذين انتجوا أول قنبلة نووية •

٣ — الحصول على مكافآت علمية ، مثل الحصول على شهادة علمية معينة ، أو تقدير معنوي كالحصول على جائزة نوبل العالمية •

— الحصول على مكافآت مادية •

٥ — حب الاستطلاع وحب المعرفة والرغبة في تفسير الطبيعة •

٦ — الاندفاع الذاتي والتحمس لتحقيق فكرة معينة •

ان هذه الدوافع ليست دوافع منفصلة عن بعضها وانما تعمل ككل في نفس الباحث العلمي •

لقد أصبح واضحاً في الوقت الحاضر أن الباحث العلمي غير المعد نظرياً لا يمكنه أن يبدأ بالبحث وأن بدأ فسوف لا ينتج ، فلولاً بحوث دالتون لأثبتات النظرية الذرية ولولا المعادلات النظرية التي جاء بها كل من بلانك واينشتاين لما وجدت الطاقة النووية • ولولا

بحوث فردي لما وجدت الكهرباء • ولولا بحوث
ومعادلات ماكسويل وهرتز لما وجد الراديو والتلفزيون
والاتصالات اللاسلكية ولولا بحوث باستور لما تطورت
حياتنا الصحية في مكافحة الجراثيم • ولولا بحوث
نيوتن في الميكانيك والجاذبية لما توصل الانسان الى
القمر •

قال فردي الى زوج استاذهم همفري ديفي عندما
جاءت ثوبه لأنه كان يعطل زوجها في المختبر ، وراثة
يستغل على الحث المغناطيسي للكهرباء ، وعندما رأت
التجربة قالت له اني الآن أرى كم سخي أنت فما
فائدة هذه الابحاث ؟ أجابها بقوله (ولكن ياسيدي ما هي
فائدة الطفل الجديد ؟)

العلم والمجتمع والمستقبل - الأخطار المحتملة :

لقد بينا في جميع هذه الاحاديث كيف أن العلم
قد أوصل البشرية الى ما هي عليه الآن من تقدم
تكنولوجي • وظلنا في اول هذه الاحاديث ان العلم هو

ظاهرة اجتماعية • ان العلم يخدم الفرد والمجتمع ، وفي الوقت الحاضر حيث أصبحت تكاليف العلم كبيرة جداً أصبح المجتمع مسؤولاً عن رعاية العلم والعلماء •

ان التقدم العلمي والتكنولوجي أوجد أخطاراً على المجتمع بصورة عامة ، فإضافة الى ما ذكرناه عن المواد الكيميائية والذرية ، هناك أخطار غير متعمدة مثل أخطار التلوث الصناعي الذي بدأ يضر بالتوازن الطبيعي البيولوجي • وربما أكبر من أخطار الطاقة النووية ستكون أخطار بحوث الهندسة الوراثية • اذ أصبح بإمكان الانسان أن يغير ترتيب مكونات الجينات الوراثية لكي يرى ما سيحصل من تغير في صفات الكائنات الحية ، هناك الرغبة في إنتاج صفات موروثة جيدة • ولكن الخطر غير المتعمد يكمن في حصول تغير غير متوقع كتطور أنواع جديدة من الجراثيم التي لا يمكن للإنسان السيطرة عليها تضر بالانسان وبالكائنات الحية الأخرى • وهناك أخطار بيولوجية أخرى يمكن ان تحدث بسبب التلاعب بمسيرة التطور الأصلية •

الا لاختطار التي تأتي من العلم والتكنولوجيا
ربما ستؤدي بالانسان الى أن يقضي على نفسه بنفسه .
فمن الذي سيمنع الانسان من تحطيم نفسه وتحطيم
الكائنات الحية الاخرى بنفس الوقت ؟ ان المجتمع هو
المسؤول عن تسيير مثل هذه البحوث والسيطرة عليها .
ويجب أن يكون المقياس المستعمل هو البقاء الأصلح
للفرد والمجتمع والطبيعة ككل وليس بقاء الأصلح
منها . أي أن المقياس يجب أن يكون الانسانية
وحدها . آنذاك سيرافق التقدم التكنولوجي تقدم
حضاري . ان التقدم الحضاري هو الذي تبغيه
المجتمعات والافراد وليس التقدم التكنولوجي
وحده .

بعض المصادر :

- ١ - المفصل في تاريخ العرب قبل الاسلام . الدكتور جواد علي . الجزء الثامن ١٩٧١ .
- ٢ - مقدمة في تاريخ الحضارات القديمة . طه باقر . ١٩٥٥ .
- ٣ - تاريخ الفكر العربي . عمر فروخ ١٩٧٢ .
- ٤ - تاريخ العلوم عند العرب . عمر فروخ . ١٩٧٠ .
- 5- Evolution. by Dobzhansky - 1977.
- 6- Organismic Evolution. by - V. Grant. 1977.
- 7- Scientific American. Sept. 1978
- 8- A Short History of Science. by W. Sedgwick and H. W. Tyler. 1939
- 9- Science Past and Present. by F. S. Taylor. 1962
- 10 The Origin of Human Language. by. R. Leakey and R. Lewin. New Scientist. 20 Sept. 1979.
- 11- The Historical Roots of Elementary Mathematics. by L. N. H. Bunt. 1976.
- 12 Physics and Philosophy. by W. Heisenberg. 1958

المحتويات

صفحة

٥	مقدمة
١١	دوافع المعرفة
١٣	العلوم الاساسية والعلوم التطبيقية
١٥	تعريف العلم
١٦	ماهو اهم اكتشاف
٤٤	دراسة لابتكار الارقام والاحساس الرياضى
٦٩	تفسير التطور السريع في الرياضيات
٧٨	دراسة لابتكار الكتابة
٨٧	انتقال العلوم البابلية والمصرية الى اليونان
٩٧	تفسير علمى لسقوط الامبراطورية الرومانية
١٠٢	الحضارة العربية الاسلامية
١٣٧	المادة والطاقة
١٤٦	نشأة النظرية الكوانتية (نظرية الكم)
	نشأة النظرية النسبية — دحض فرضية وجود
١٤٩	الانسر .
١٥٢	النظرية النسبية

- ١٦٤ ماهي الحقيقة الطبيعية
 ١٦٧ الطريقة العلمية :
 ١٧٢ برتراندرسل والطريقة العلمية
 طريقة الاستنتاج الافتراضي - الطريقة العلمية
 ١٧٣ الصحيحة
 ١٧٨ نيوتن والطريقة العلمية
 ١٧٩ فان هوف والطريقة العلمية
 ١٨١ مقومات ودوافع البحث العلمي
 ١٨٦ العلم والمجتمع والمستقبل - الأخطار المحتملة

رقم الايداع في المكتبة الوطنية - بغداد
(٣٦٩) لسنة ١٩٨٦

دار الحرية للطباعة - بغداد
١٤٠٦ هـ - ١٩٨٦ م



١٩٨٦

الموسوعة الصغيرة

سلسلة ثقافية نصف شهرية تتناول
مختلف العلوم والفنون والآداب
تصدرها دائرة الشؤون الثقافية والنشر
بغداد / شارع الخلفاء

رئيس التحرير : موسى كربدي
سكرتير التحرير : ماجد أسد

الكتاب القادم :

العرب والتحدي

تأليف
د. محسن الموسوي

السعر : ٢٥٠ فلس

دار الحرية للطباعة - بغداد